Organizadores:
Suzana Frighetto Ferrarini
Márcia dos Santos Ramos Berreta
Isadora Schuch de Castro

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE:

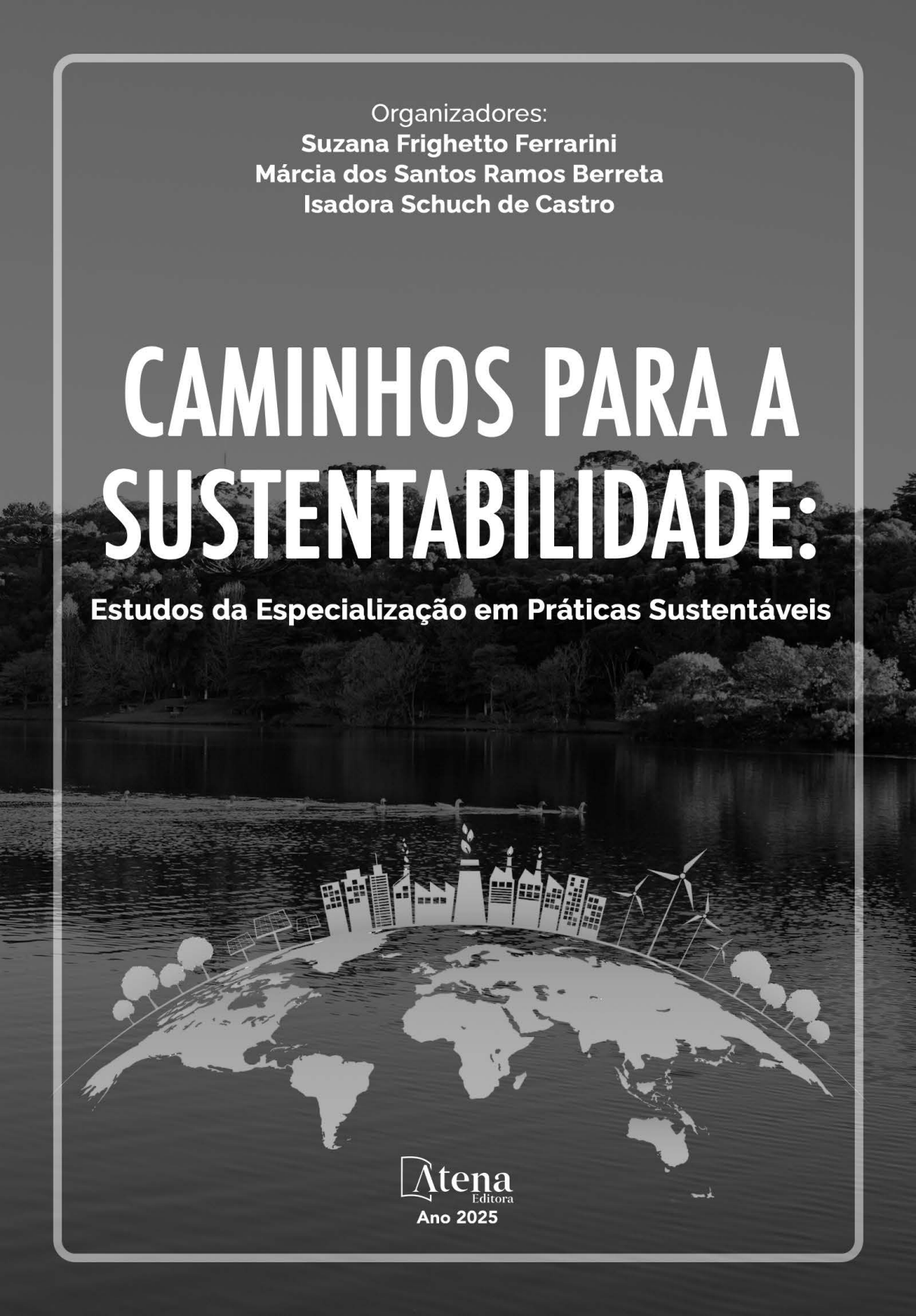
Estudos da Especialização em Práticas Sustentáveis

Atena Editora
Ano 2025

Organizadores:
Suzana Frighetto Ferrarini
Márcia dos Santos Ramos Berreta
Isadora Schuch de Castro

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE:

Estudos da Especialização em Práticas Sustentáveis



Atena Editora
Ano 2025

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira Scheffer
Assistente editorial
Flávia Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Nataly Evilin Gayde
Thamires Camili Gayde
Vilmar Linhares de Lara Junior
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Yago Raphael Massuqueto Rocha

2025 by Atena Editora
Copyright © 2025 Atena Editora
Copyright do texto © 2025, o autor
Copyright da edição © 2025, Atena Editora
Os direitos desta edição foram cedidos à Atena Editora pelo autor.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

A Atena Editora mantém um compromisso firme com a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, assegurando que os padrões éticos e acadêmicos sejam rigorosamente cumpridos. Adota políticas para prevenir e combater práticas como plágio, manipulação ou falsificação de dados e resultados, bem como quaisquer interferências indevidas de interesses financeiros ou institucionais. Qualquer suspeita de má conduta científica é tratada com máxima seriedade e será investigada de acordo com os mais elevados padrões de rigor acadêmico, transparência e ética.

O conteúdo da obra e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade, são de responsabilidade exclusiva do autor, não representando necessariamente a posição oficial da Atena Editora. O download, compartilhamento, adaptação e reutilização desta obra são permitidos para quaisquer fins, desde que seja atribuída a devida autoria e referência à editora, conforme os termos da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Os trabalhos nacionais foram submetidos à avaliação cega por pares, realizada pelos membros do Conselho Editorial da editora, enquanto os internacionais passaram por avaliação de pareceristas externos. Todos foram aprovados para publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

MULTIDISCIPLINAR

MULTIDISCIPLINAR

Caminhos para a sustentabilidade: estudos da especialização em práticas sustentáveis

Autoras: Suzana Frighetto Ferrarini
Márcia dos Santos R. Berreta
Isadora Schuch de Castro
Revisão: As autoras
Diagramação: Thamires Camili Gayde
Capa: Yago Raphael Massuqueto Rocha
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C183 Caminhos para a sustentabilidade: estudos da especialização em práticas sustentáveis / Organizadoras Suzana Frighetto Ferrarini, Márcia dos Santos Ramos Berreta, Isadora Schuch de Castro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-3444-3
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.443250606

1. Sustentabilidade. I. Ferrarini, Suzana Frighetto (Organizadora). II. Berreta, Márcia dos Santos Ramos (Organizadora). III. Castro, Isadora Schuch de (Organizadora). IV. Título.

CDD 304.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
+55 (42) 3323-5493
+55 (42) 99955-2866
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Para fins desta declaração, o termo 'autor' é utilizado de forma neutra, sem distinção de gênero ou número, salvo indicação em contrário. Da mesma forma, o termo 'obra' refere-se a qualquer versão ou formato da criação literária, incluindo, mas não se limitando a artigos, e-books, conteúdos on-line, acesso aberto, impressos e comercializados, independentemente do número de títulos ou volumes. O autor desta obra declara, para todos os fins, que: 1. Não possui qualquer interesse comercial que constitua conflito de interesses em relação à publicação; 2. Participou ativamente da elaboração da obra; 3. O conteúdo está isento de dados e/ou resultados fraudulentos, todas as fontes de financiamento foram devidamente informadas e dados e interpretações de outras pesquisas foram corretamente citados e referenciados; 4. Autoriza integralmente a edição e publicação, abrangendo os registros legais, produção visual e gráfica, bem como o lançamento e a divulgação, conforme os critérios da Atena Editora; 5. Declara ciência de que a publicação será em acesso aberto, podendo ser compartilhada, armazenada e disponibilizada em repositórios digitais, conforme os termos da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). 6. Assume total responsabilidade pelo conteúdo da obra, incluindo originalidade, veracidade das informações, opiniões expressas e eventuais implicações legais decorrentes da publicação.

MULTIDISCIPLINAR

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite copiar, distribuir, exibir, executar, adaptar e criar obras derivadas para quaisquer fins, inclusive comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos ao(s) autor(es) e à editora. Esta licença substitui a lógica de cessão exclusiva de direitos autorais prevista na Lei 9610/98, aplicando-se os princípios do acesso aberto; 2. Os autores mantêm integralmente seus direitos autorais e são incentivados a divulgar a obra em repositórios institucionais e plataformas digitais, sempre com a devida atribuição de autoria e referência à editora, em conformidade com os termos da CC BY 4.0.; 3. A editora reserva-se o direito de disponibilizar a publicação em seu site, aplicativo e demais plataformas, bem como de comercializar exemplares impressos ou digitais, quando aplicável. Em casos de comercialização direta (por meio de livrarias, distribuidores ou plataformas parceiras), o repasse dos direitos autorais será realizado conforme as condições estabelecidas em contrato específico entre as partes; 4. Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a editora não cede, comercializa ou autoriza o uso de dados pessoais dos autores para finalidades que não tenham relação direta com a divulgação desta obra e seu processo editorial.

MULTIDISCIPLINAR

Conselho Editorial Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE: ESTUDOS DA ESPECIALIZAÇÃO EM PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Unidade Hortênsias – São Francisco de Paula, RS

Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Práticas de Sustentabilidade Ambiental – PSA

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos este e-book digital, resultado da dedicação e do empenho dos alunos da Especialização em Práticas de Sustentabilidade Ambiental (PSA) da Unidade Hortênsias da Uergs, localizada em São Francisco de Paula, RS. Esta obra representa a consolidação de um processo formativo que alia teoria e prática para a construção de soluções sustentáveis frente aos desafios socioambientais contemporâneos.

O curso se insere em um contexto de grande relevância ecológica no Estado do Rio Grande do Sul, onde a biodiversidade e os recursos hídricos desempenham um papel fundamental. As mudanças climáticas e suas consequências exigem ações urgentes e embasadas em conhecimento científico. Diante desse cenário, a Especialização em Práticas de Sustentabilidade Ambiental (PSA) tem como objetivo capacitar profissionais para propor e implementar ações interdisciplinares que contribuam para a sustentabilidade ambiental em escala local, regional e global.

A presente publicação reúne os artigos científicos produzidos ao longo dos 18 meses de formação, refletindo a pluralidade de temas e abordagens adotadas pelos alunos. As pesquisas desenvolvidas abrangem desde estratégias para o controle de espécies exóticas invasoras até o estudo de soluções sustentáveis para o tratamento de água e esgoto, passando pela gestão de resíduos sólidos, a educação ambiental e estratégias de planejamento urbano e rural. Alguns exemplos dos temas abordados incluem:

Diagnóstico e manejo de espécies exóticas invasoras em áreas de conservação ambiental;

Alternativas sustentáveis para redução de resíduos pós-consumo, como o EPS (isopor);

Tecnologias sustentáveis para tratamento de água e esgoto, incluindo o uso de carvão ativado de biomassa e wetlands construídos;

Filtros lentos domiciliares como alternativa para abastecimento de comunidades rurais;

Soluções para contenção de resíduos sólidos urbanos em corpos hídricos, como a implementação de eco-barreiras;

Impactos dos eventos climáticos extremos e estratégias de mitigação, com enfoque no resgate de animais domésticos em enchentes;

Instrumentos de planejamento territorial e gestão ambiental em áreas urbanas e rurais;

Educação ambiental através de abordagens inovadoras, como educomunicação, teatro de bonecos e observação de aves para conservação da biodiversidade;

A relação entre cultura, espiritualidade e meio ambiente, explorando práticas ecológicas dentro de tradições espirituais;

Propostas de sustentabilidade aplicáveis a espaços urbanos e naturais, com foco na gestão ecológica de áreas de interesse ambiental.

A diversidade desses trabalhos evidencia a interdisciplinaridade e o compromisso dos alunos com a construção do conhecimento aplicado à realidade socioambiental. A proposta do curso não apenas fortalece a produção científica regional, mas também busca ampliar o impacto das pesquisas acadêmicas para além dos muros da universidade, incentivando a implementação de práticas sustentáveis em diferentes contextos.

Nosso compromisso é com o desenvolvimento regional sustentável, alinhando a formação acadêmica às demandas emergentes da sociedade. Acreditamos que a ciência tem o poder de transformar realidades e que este e-book servirá como uma ferramenta valiosa para pesquisadores, gestores públicos, educadores e demais profissionais que atuam na área ambiental.

Assinam esta introdução a Profª Dra. Márcia dos Santos Ramos Berreta, coordenadora do curso, e a Profª Dra. Suzana Frighetto Ferrarini, coordenadora adjunta, com o intuito de destacar o esforço conjunto da equipe docente e discente na construção deste material, que representa a excelência acadêmica e o compromisso com um futuro mais sustentável.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 7

O TEATRO DE BONECOS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: EXPERIÊNCIA EMPÍRICA E REFLEXÕES

Túlio Garcia de Souza
Patrícia Binkowski

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060601

CAPÍTULO 2 25

A OBSERVAÇÃO DE AVES COMO FERRAMENTA DE CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA - UM DIAGNÓSTICO DA COMUNIDADE DE PRODUTORES RURAIS DE JAQUIRANA/RS SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Gabriel Vieira Vier
Ketulyn Füster Marques

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060602

CAPÍTULO 3 41

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A SEDE DO PARQUE ESTADUAL DO TAINHAS: WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Fabiana Angela Girotto Boff
Daniel Brinckmann Teixeira

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060603

CAPÍTULO 4 54

A RELAÇÃO ENTRE OS CULTOS DA WICCA E O MEIO AMBIENTE

Derek de Alencastro Zarruq
Vanessa Karine Spindler

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060604

CAPÍTULO 5 70

DIAGNÓSTICO DA OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA *ULEX EUROPAEUS* NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DO TAINHAS, RS

Amábile Cabral Ceolin
Ketulyn Füster Marques

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060605

CAPÍTULO 6 85

FILTROS LENTOS DOMICILIARES PARA TRATAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS: ESTUDO PILOTO EM ARATINGA/RS

Emely Negreiro Mlenek
Priscilla Both Silva
Suzana Frighetto Ferrarini

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060606

SUMÁRIO

CAPÍTULO 7 105

ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DA ARQUITETURA E URBANISMO APLICÁVEIS AO PLANEJAMENTO DA ZONA ESPECIAL DE INTERESSE ECOLÓGICO DO LAGO SÃO BERNARDO EM SÃO FRANCISCO DE PAULA/RS

Cristiane Sofia Kaiser
Márcia dos Santos Ramos Berreta

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060607

CAPÍTULO 8 123

A ÁREA RURAL NOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL DOS MUNICÍPIOS DO COREDE HORTÊNSIAS, RIO GRANDE DO SUL

Grace Lenir Schneider Jahnel
Patrícia Binkowski

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060608

CAPÍTULO 9 143

CARVÃO ATIVADO DE BIOMASSA: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Elvis Goldas
Suzana Frighetto Ferrarini

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060609

CAPÍTULO 10..... 162

ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL EM 2024: O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES E VOLUNTÁRIOS NO RESGATE DE ANIMAIS DOMÉSTICOS

Julio Cesar Nunes Rolhano
Marcio Zamboni Neske

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060610

CAPÍTULO 11 177

WEB RÁDIO MEU RINCÃO: UMA ABORDAGEM DE EDUCOMUNICAÇÃO PARA CONECTAR O CURRÍCULO ESCOLAR ÀS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Carlos Adriane da Silva Padilha
Marcia dos Santos Ramos Berreta
Rodrigo Koch

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060611

CAPÍTULO 12.....191

ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DO EPS NO PÓS CONSUMO

Daniel Gonçalves de Oliveira
Daniel Brinckmann Teixeira

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060612

CAPÍTULO 13 200

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE ECOBARREIRA NO ARROIO KOETZ, NO MUNICÍPIO DE IGREJINHA, RS, BRASIL

Elian Osorio Marques

Daniel Brinckmann Teixeira

https://doi.org/10.22533/at.ed.44325060613

DOCENTES 213

AUTORES 214

ORGANIZADORAS 215

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

O TEATRO DE BONECOS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: EXPERIÊNCIA EMPÍRICA E REFLEXÕES

Túlio Garcia de Souza

Patrícia Binkowski

RESUMO: A linguagem do Teatro com Bonecos tem divertido, encantado e levado conhecimento e informação ao seu público há séculos e tem a sua importância reconhecida em diversas culturas mundo afora. A ludicidade da linguagem dos bonecos é poderosa, atemporal e acessível a qualquer público, e pode desempenhar um importante papel social e educativo, promovendo o acesso as manifestações artísticas, democratizando esta ferramenta de sociabilização e de linguagem transversal. O teatro também tem sido um espaço onde se faz educação ambiental. As discussões nos diversos fóruns globais sobre o meio ambiente apontam para a educação ambiental como peça fundamental para a mudança de paradigma no nosso modo de vida para a sobrevivência no planeta. Este trabalho tem como objetivo geral resgatar a história e trajetória de dois grupos de teatro de bonecos que se destacam/destacaram em relação à temática da educação ambiental no Rio Grande do Sul (RS). A pesquisa teve abordagem qualitativa e lançou mão das seguintes técnicas: pesquisa documental, entrevistas e relato de experiência. Constatou-se que a partir dos anos 2000 houve um grande hiato nas ações artísticas envolvendo educação ambiental, onde o Estado deixou de incentivar políticas com a temática ambiental. Porém, percebe-se que o momento atual é de retomada das ações por artistas e grupos de Teatro, a partir dos editais de incentivo à Cultura, mobilizando novamente a educação ambiental. Por fim, se observou, por meio da trajetória dos dois grupos de teatro de boneco pesquisados, o quanto o teatro é uma ponte entre a arte e a educação.

PALAVRAS-CHAVE: Arte; Educação; Ambiente; São Francisco de Paula.

PUPPET THEATRE IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: EMPIRICAL EXPERIENCE AND REFLECTIONS

ABSTRACT: The language of Puppet Theater has been fun, enchanting and has brought knowledge and information to its audience for centuries and its importance is recognized in different cultures around the world. The playfulness of the puppets' language is powerful, timeless and

accessible to any audience, and can play an important social and educational role, promoting access to artistic manifestations, democratizing this tool of socialization and transversal language. The theater has also been a space where environmental education is carried out. Discussions in the various global forums on the environment point to environmental education as a fundamental piece for changing the paradigm in our way of life for survival on the planet. This work has the general objective of rescuing the history and trajectory of two puppet theater groups that stand out in relation to the theme of environmental education in Rio Grande do Sul (RS). The research had a qualitative approach and used the following techniques: documentary research, interviews and experience reports. It was found that from the 2000s onwards there was a large gap in artistic actions involving environmental education, where the State stopped encouraging policies with environmental themes. However, it is clear that the current moment is a resumption of actions by artists and theater groups, based on notices to encourage Culture, mobilizing environmental education once again. Finally, it was observed, through the trajectory of the two puppet theater groups researched, how much theater is a bridge between art and education.
KEYWORDS: Art; Education; Environment; São Francisco de Paula.

INTRODUÇÃO

Este artigo foi produzido no curso de Especialização em Práticas de Sustentabilidade Ambiental, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Unidade Hortênsias em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (RS). O tema da educação ambiental (EA) tem sido uma tônica na atualidade, em meio as discussões sobre a crise climática e o desenvolvimento sustentável.

Porém, não é de agora que inúmeros trabalhadores da área das artes (artistas, oficineiros, músicos, escritores, *videomakers*) estão mobilizados desenvolvendo seus ofícios tendo o ambiental como mote nos seus trabalhos. Desta forma, apresentamos aqui alguns elementos que compuseram a cena do teatro de bonecos da década de 1990 à atualidade, a partir de duas companhias teatrais: Bonecos Gigantes, companhia dirigida pelo diretor Cacá Sena, em Porto Alegre e Companhia Mundo Novo Teatro de Bonecos criada em 2005 no município de São Francisco de Paula e dirigida por Túlio Garcia de Souza.

A pesquisa teve abordagem qualitativa e lançou mão das seguintes técnicas: pesquisa documental, entrevistas, relato de experiência e pesquisa em sites da internet. Foram realizadas entrevistas com três interlocutores com trajetórias no Teatro de Bonecos. As entrevistas foram gravadas via *google meet* e, posteriormente, transcritas servindo de base aos relatos inseridos neste texto. Além disso, em relação à Companhia Mundo Novo, o artista Túlio Garcia de Souza, um dos autores deste texto, realizou um relato pessoal para suprir as informações para construção do relato de sua trajetória na companhia e como atuador nos Bonecos Gigantes.

As duas companhias foram criadas com foco em ações de educação ambiental, portanto, cabe aqui resgatar alguns elementos que fazem parte desta história: os projetos,

as parcerias com o poder público, os espetáculos, os materiais utilizados em cena, os personagens, os figurinos e as conexões com a educação ambiental.

Além disso, propomos algumas reflexões sobre educação, mais especificamente, as formas de nos reaproximar dos nossos sentidos buscando uma visão mais "integrada" do corpo humano e do ambiente que o cerca, fazendo desta conexão a possibilidade da criação de memórias e experiências significativas em educação ambiental, através dos cinco sentidos. Por fim, afirmamos que o teatro de bonecos, enquanto linguagem lúdica e criativa tem o poder de criar estas pontes entre arte e ambiente.

REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No livro Educação Ambiental e Cidadania, Cenários Brasileiros (2010), no capítulo intitulado "Educar e Cultivar Ambientes", a autora Marta Catunda, Doutora em Educação e Meio Ambiente, comenta:

> O ambiente escolar no geral não é nada estimulante como lugar e pouco agradável como espaço de viver e conviver. Raras escolas oferecem uma arquitetura, ou possuem um ambiente aprazível para ser utilizado. Soluções simples como a pintura das paredes e a reorganização dos espaços convencionais entulhados de painéis e de murais sem nenhum tratamento visual. (Catunda, 2010).

A autora aponta para a importância dos sentidos: visão, audição, olfato, paladar e tato, para exercitar a percepção como atividade de "estender-se" para o mundo e de reflexão sobre a ação de educar. Em um momento em que a vida intermediada revoluciona a atividade educativa, os sentidos podem e devem ser compreendidos não de forma isolada, mas que, se combinados podem fornecer uma visão renovada do universo educacional.

Para Catunda (2010), mesmo com a tentativa de fusão das disciplinas clássicas em áreas comuns, no Plano Curricular Nacional (PCN), no chamado eixo transversal, a educação ambiental e cidadania encontram barreiras e inércia, com tendência a renomear os objetivos, mas mantendo basicamente a direção do ensino no estado em que está.

"Ambientar é estar" na relação da educação com o ambiente e poderemos perceber que estar ambientado é pertencer a algum lugar, é antes de tudo uma impressão sensível de sentir calor, ou frio, odores, tocar corpos, objetos, texturas, ouvir os sons a nossa volta. Porém, a autora argumenta que os odores insuportáveis de rios poluídos, o bombardeio de imagens apelativas vai tornando o nosso aqui e agora fluido, movediço, instável. Ela complementa que o indivíduo está em deslocamento, mesmo sem sair do lugar e a relação do próximo e com o distante torna-se relativo e radical (Catunda, 2010).

As tecnologias transformam a relação que temos com o espaço e a memória, onde o conceito de lugar é posto em xeque. "A velocidade, ao constituir-se num espaço a um só tempo, real e virtual, forma um não lugar" (Catunda, 2010). Assim, mesmo sem perceber, vamos redimensionando nosso ambiente e nosso modo de nele estar.

Paul Virilio (1993), em “O espaço Crítico - As perspectivas do tempo real”, alega que estamos passando por uma profunda alteração de sensibilidade, já que a velocidade equivale a um “desaparecimento na mobilidade, multiplicando ausências, esquecimentos”, um fenômeno de desterritorialização e reterritorialização, que também acontece em escala macrossocial das nações e continentes, ou seja, o conceito de fronteiras precisa ser revisto.

Em “Corpo, Natureza e Cultura: Contribuições para a Educação”, as autoras Maria Isabel Brandão de Souza Mendes e Terezinha Petrucia da Nóbrega (2003), apontam que a educação ao se pautar nos pressupostos racionalistas da modernidade tentam instituir códigos morais que ditam condutas, reprimindo as possibilidades de expressão do corpo, estabelecendo um distanciamento entre a aprendizagem e as experiências sensíveis, e que este fato se deve pelo desejo de querer um mundo durável, que quantifica, mede e considera os sentidos como enganadores.

A percepção, na concepção de Merleau-Ponty (1999), ocorre na interação entre sujeito e objeto, através do entrelaçamento do corpo com a experiência vivida. Segundo Nóbrega (2000), “a educação ainda recebe influências do pensamento cartesiano, de uma visão dualista”. O corpo humano ao ser comparado a uma máquina hidráulica, recebe uma educação que o considera apenas em seus aspectos mecânicos, sem vontade própria, sem desejos e sem reconhecimento da intencionalidade do movimento humano. O pensamento de Descartes, fundado no domínio da natureza, influencia a educação através da racionalização das práticas corporais, através de princípios como utilidade e eficiência, busca-se a padronização dos corpos, e os gestos vão sendo controlados, embasados na racionalidade corporal.

Segundo Rodrigues (1999), a visão que desencadeia a fragmentação do corpo, impedindo, inclusive que ele seja visto como parte da natureza, foi consequência de um processo não meramente casual, pois o período histórico coincide com a consolidação da sociedade capitalista, pretendendo-se, naquele momento, transformar os corpos em instrumentos funcionais, espécie de máquina. A imobilidade das coisas que nos cercam talvez lhes seja imposta pela nossa certeza de que essas coisas são elas mesmas e não outras, pela imobilidade de nosso pensamento perante elas. (Proust, 1981 *apud* Guimarães, 2010).

Também no Livro “Educação Ambiental e Cidadania Cenários Brasileiros” (2010), Leandro Belinaso Guimarães, no capítulo “O Educativo - Ambiental – Construído sob o Binarismo Natureza/Cultura nos Limiares do Terceiro Milênio”, argumenta sobre as tensões históricas e culturais que os educadores enfrentam, frente à:

> [...] nova ordem mundial das tecnologias da comunicação, pela sociedade da informação, pelos movimentos diaspóricos ligados ao fenômeno da globalização, pela política cultural ligada a pós-modernidade e por desenvolvimentos educacionais tais como o multiculturalismo e a pedagogia crítica. (Guimarães, 2010).

O autor complementa que há pouco espaço para certezas, verdades últimas sobre as ações pedagógicas. Nesse sentido o autor sustenta que o momento para o campo da educação ambiental, em vez de buscar estabelecer verdades, seja propício para as dúvidas, para o surgimento de "outros problemas", e retoma Proust, as coisas podem se tornar móveis, tornarem-se "outras coisas" sob um pensamento também móvel.

Conforme Guimarães (2010) "precisamos estar convictos da impossibilidade de uma educação ambiental sob a égide do cartesianismo, ao mesmo tempo reconhecer que nossa constituição e da EA está mergulhada na dualidade cartesiana, natureza/cultura". Desconstruir essas representações hegemônicas de como devemos nos relacionar com os diferentes seres e esferas socioambientais e construir coletivamente histórias, resgatar tradições históricas de relações locais, com as possibilidades representacionais que nos são vendidas pelas pedagogias culturais das sociedades, poderá contribuir na instituição de subjetividades mais solidárias e de relações socioambientais menos predatórias sobre os não humanos.

No texto "Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação (2004)", a autora Isabel Cristina de Moura Carvalho argumenta sobre a diversidade de abordagens na EA, e propõe a EA crítica, defendendo o pensamento crítico e a busca de formar sujeitos ecológicos comprometidos com a justiça social e ambiental. Segundo a autora existem práticas agrupadas sob o conceito de EA, como: popular, crítica, política, comunitária, formal, não formal, para o desenvolvimento sustentável, conservacionista, ao ar livre, para a solução de problemas, dentre outras. Para ela, o conceito de Educação Ambiental é, por si só, efeito de uma adjetivação, que é atribuído ao substantivo "educação":

> Poderíamos nos perguntar por que tantos adjetivos? O que significa o fato de haver uma tipologia tão variada quando se fala em educação ambiental? O que isto sinaliza sobre o tipo de produção teórico-conceitual nesta área? Que projetos pedagógicos e concepções de mundo guarda cada um destes atributos? (Carvalho, 2004, p.4).

A autora se refere a estes atributos da educação como marcas e desejos socialmente compartilhados, não individuais. Estas marcas inscrevem algo que não estava sempre aí, na educação em seu sentido mais genérico:

> Deixam aparecer algo novo, uma diferença, uma nova maneira de dizer, interpretar e validar um fazer educativo que não estava dado na grande narrativa da educação. Trata-se, assim, de destacar uma dimensão, ênfase ou qualidade que, embora passe a ser pertinente aos princípios gerais da educação, permanecia subsumida, dividida, inviabilizada, ou mesmo negada por outras narrativas ou versões predominantes. (Carvalho, 2004, p.4).

Apesar dos argumentos seria muito difícil reduzir a diversidade dos projetos educativos a uma só ideia geral e abstrata de educação onde possa se incluir a Educação Ambiental (Carvalho, 2004).

> O que se arrisca apagar sob a égide de uma educação ideal desde sempre

> ambiental são as reivindicações de inclusão da questão ambiental, enquanto aspiração legítima, sócio-historicamente situada, que sinaliza para o reconhecimento da importância de uma educação ambiental na formação dos sujeitos contemporâneos. (Carvalho, 2004, p.5).

Para Carvalho 2004, a especificidade da EA, é a de poder compreender as relações sociedade e natureza e poder intervir nos problemas e conflitos ambientais. É nesse sentido que o projeto político-pedagógico de uma educação ambiental crítica, seria o de contribuir com a mudança de valores e atitudes na formação de um sujeito ecológico com subjetividades orientadas por sensibilidades solidárias com o meio social e ambiental, capacitando indivíduos e grupos sociais que possam identificar, problematizar e agir nas questões socioambientais, tendo a ética e a preocupação com a justiça ambiental como horizonte (Carvalho, 2004).

RESGATANDO A HISTÓRIA DO TEATRO DE BONECOS

A cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, tem uma tradição, tanto "bonequeira", quanto no trato de suas questões ambientais que remontam a década de 1970. A partir do final dos anos 1990 a pauta ambiental tomou força e as ações educativas e de conscientização ambiental contaram com a parceria de alguns grupos de Teatro de Bonecos.

Essas ações educativas e de sensibilização ambiental, tinham como parceiras as Instituições do Poder Público, como a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). As apresentações e oficinas eram realizadas junto às comunidades e em locais públicos de grande fluxo de pessoas com sensibilidade ambiental, com acesso universal e gratuito.

Bonecos Gigantes

Um destes grupos, os "Bonecos Gigantes", ainda em atividade, foi criado pelo diretor, bonequeiro, marionetista, construtor de bonecos e de cenários, adereços e criador de roteiros, Carlos Mezek Sena ou Cacá Sena. Com 40 anos de profissão, sendo ele a terceira geração de bonequeiros da família, criou peças como Histórias e Pré-Histórias, Bonecos Gigantes da Cidade, Teatro dos Seres Imaginários (que completou 10 anos em 2024), também trabalhou em programas televisivos como a TV Colosso, Programa da "Angélica" (Rede Globo) e filmes como Castelo Rá-tim-bum.

Os Bonecos Gigantes nascem em 1996 em uma oficina realizada pelo diretor "Cacá" Sena, que tinha como ideia-chave a criação de bonecos gigantes, cujo roteiro fosse baseado nas "vozes da cidade". A oficina teve recursos do FUMPROARTE (lei de incentivo à Cultura), da Secretaria Municipal da Cultura de Porto Alegre. O diretor comenta que

teve como inspiração os Bonecos Gigantes de Olinda e o grupo estadunidense, *Bread and Puppet Theater*, de Nova Iorque, que atua desde a década de 1960 com temáticas de cunho social e ambiental,

Figura 1 - Boneco Lixão, Porto Alegre/RS – 1996

Fonte: Bonecos Gigantes (1996).

Segundo o diretor, a ideia era formar um grupo com a temática urbana, cujos espetáculos criassem roteiros a partir das vozes da cidade. Cacá Sena comenta que seu "melhor boneco" foi construído durante esta oficina. O Boneco Lixão tinha 3,5 metros de altura e foi confeccionado com papelão reciclado, tendo que ser manipulado por 5 pessoas. Este personagem contracenava com outros personagens como a Gari Esmeralda, também uma boneca de 3,5 metros, esta manipulada por uma pessoa. O espetáculo falava sobre disputa dos espaços urbanos, entre pedestres, ônibus, sons, que ao fim e ao cabo deixam muito "lixo" nas ruas, abordando a questão ecológica.

Figura 2 – Bonecos Gigantes “Ônibus”, Porto Alegre – 1996

Fonte: Bonecos Gigantes (1996).

Dentre as disputas aos espaços urbanos, onde pessoas, veículos, o corre-corre dos centros urbanos, o ônibus, o transporte do trabalhador, representa os fluxos, o ir e vir, e o tempo que não para. O lixo, representado pelo Boneco Lixão, que é carinhosamente recolhido e dele nasce o Boneco Lixão, reconhecido pela personagem Esmeralda. Eles se apaixonam e dançam alegremente uma valsa, celebrando a união entre eles.

Figura 3: Bonecos Gigantes, Esmeralda e Lixão Porto Alegre - 1996

Fonte: Bonecos Gigantes (1996).

Nos anos 2000, o Grupo Bonecos Gigantes, recebe um convite da SEMA para construção de um projeto baseado na temática da água. Assim nasce o espetáculo de rua, “Águas Limpas”. O espetáculo acontecia diretamente à beira mar, gratuitamente, durante toda temporada de verão, em todas as praias do litoral norte gaúcho.

Figura 4 – Caminhão da SEMA que transportava os materiais do espetáculo

Fonte: Bonecos Gigantes (2000).

No espetáculo Águas Limpas, os personagens (turistas), desembarcavam na praia para o seu lazer e para fazer um piquenique, porém, em vez de colocar seus resíduos em locais apropriados, colocavam diretamente na areia. Os personagens crianças, que brincavam na areia, ao ver a atitude dos “adultos”, imediatamente tratavam de recolher aqueles resíduos, colocando-os em locais apropriados, separando o lixo seco do orgânico, dando assim, um exemplo de comportamento ecologicamente correto.

Elaine Regina atriz, bonequeira, produtora, focalizadora em Danças Circulares, participante de vários coletivos, como Varanda Cultural, Coletivo Dandô, Bonecos Gigantes, Teatro dos Seres Imaginários, e, atriz do elenco comenta: “quando chegávamos na praia tínhamos que varrer a areia, para poder fazer o espetáculo”; ela observa que “várias pessoas largavam o lixo ali mesmo onde aconteciam as apresentações que falavam da questão ambiental”.

Sílvia Ferrari atriz e bonequeira, formada pelo Teatro Escola de Porto Alegre (TEPA) e que participou dos espetáculos dos Bonecos Gigantes e Teatro dos Seres Imaginários, lembra que “naquela época a questão ecológica era separação de lixo e que a retomada da questão ambiental é urgente”. A construção dos bonecos e adereços eram a partir de materiais reciclados, como espuma, papelão e tecido para representação do mar, demonstrando de forma criativa a reutilização de materiais na construção de espetáculos de teatro de animação. A adesão do público aos espetáculos era imediata, com folders educativos, sacolinhas para depositar o lixo distribuídas pela SEMA, fazia-se Educação Ambiental.

Figura 5 – Público à beira mar assistindo o espetáculo Águas Limpas – 2000

Fonte: Bonecos Gigantes (2000).

A partir do projeto Águas Limpas, os Bonecos Gigantes são convidados a participar do projeto "Circo Ambiental", projeto da SEMA e FEPAM com o mote: "Uma Reciclagem de Ideias" e que foi apresentado em diversas cidades do Estado.

> O Circo Ambiental é um projeto da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Sema) e da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam). O espetáculo tem direção de Élcio Rossini e acontece sob uma lona. Este é o único circo reciclável do mundo, pois o figurino das personagens é confeccionado exclusivamente com materiais reaproveitados, como tecidos, plásticos, CDs, discos em vinil, argolas das latas de alumínio e muitos outros objetos.
>
> As principais estrelas do circo são o Mister Eco, um animado apresentador, e a Recicleide, defensora da vida no planeta. O espetáculo ainda traz os palhaços Coco Limpeza e Chip Pureza e os malabares Kid Sujão e John Polution. O músico Gugu Balada faz toda a platéia cantar com ele letras sobre o tema ambiental. Também participam os bonecos Lixão (com 4 metros de altura, feito de papelão), a Esmeralda (com 3 metros) e o Sanfona. (SEMA, 2002, s/p).

O Circo Ambiental era o "único circo reciclável do mundo", com os figurinos confeccionados exclusivamente com materiais reaproveitados como CDs, plásticos, tecidos, latas de alumínio, garrafas pet, dentre outros. Seus personagens fazem alusão ao tema, como o apresentador Mister Eco e sua assistente Recicleide, os palhaços, Coco Limpeza e Chip Pureza, os malabaristas Kid Sujão e John Polution, o músico Gugu Balada e o boneco Lixão, completavam o elenco.

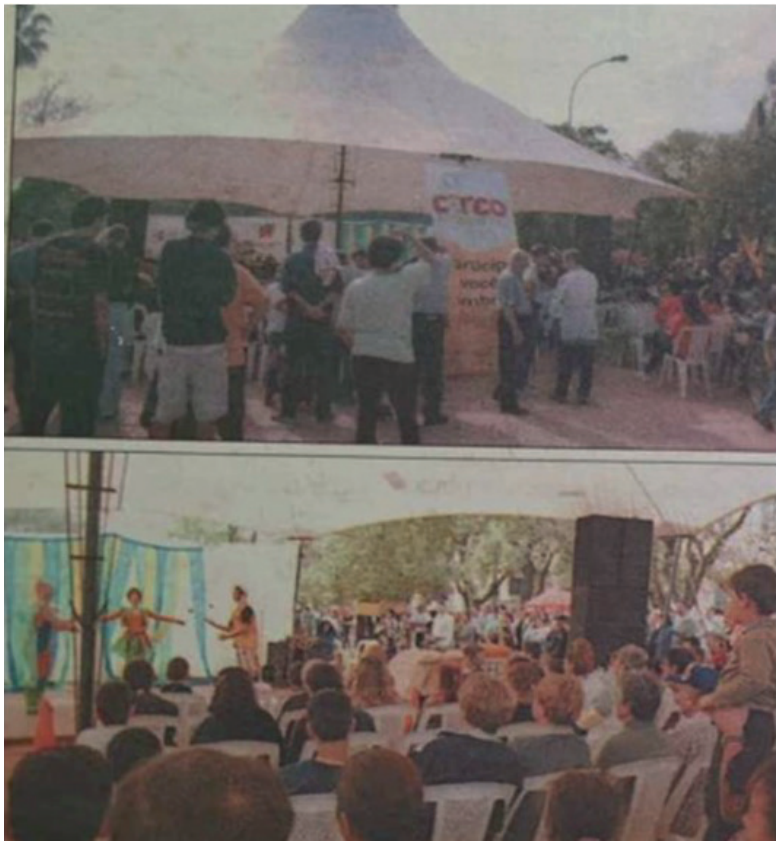


Figura 6 - Projeto Circo Ambiental, Brique da Redenção, Porto Alegre/RS - 2001

Fonte: Correio do Povo (2001); Karina Signori (2024).

O projeto do Circo Ambiental teve como meta percorrer todas as regiões do Rio Grande do Sul. Além das potencialidades artísticas, dos materiais utilizados e das mensagens transmitidas através das diversas linguagens, se caracterizava por ir aonde o público está. As enormes diferenças sociais e econômicas dentro do País impedem o acesso as atividades artísticas à imensa parcela da sociedade, principalmente em localidades distantes e periferias por todo Brasil.

> Usar a linguagem mágica do circo para chamar a atenção sobre a preservação ambiental. Com esse intuito, foi lançado ontem, no Brique da Redenção, o projeto Circo Ambiental. Criado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), a iniciativa irá percorrer o RS, fazendo uma apresentação por mês em cada Região do Estado. O espetáculo, no qual são utilizados a alegria circense para envolver o público nos vários quadros que trabalham os quatro elementos da natureza, conta com 12 personagens, com figurinos e alegorias confeccionadas com material reciclado. O titular da secretaria, Claudio Langone, estava presente à apresentação e disse que o trabalho desenvolvido, já é referência no País. (Correio do Povo, Agosto, 2001).

A experiência vivida mostrou que os problemas ambientais se assemelham, em tempo e espaço. A percepção das comunidades tem sobre o que as questões ambientais representam para a vida atual e para as futuras gerações, em quase sua totalidade, por onde os projetos dessa natureza acontecem, revelam que a presença do Poder Público, seja em ações de saneamento básico, coleta seletiva e de resíduos domésticos assim como a Educação Ambiental, teriam a mesma efetividade, na proporção direta e inversamente proporcional da ausência destas políticas e da degradação social e ambiental.

Companhia Mundo Novo de Teatro de Bonecos

A Companhia Mundo Novo de Teatro de Bonecos nasceu em 2005, no interior do município de Taquara, trazendo em seus espetáculos a questão ambiental como pano de fundo. Utilizando recursos criativos para driblar a falta de recursos financeiros enfrentados pela família, o artista Túlio Garcia de Souza, criador da Companhia, passou a utilizar materiais encontrados no lixo (colchões, tecidos, tintas), trazidos para casa por um processo de acumulação vivido por um dos membros de sua família, passando a enxergar naqueles materiais muitas possibilidades e uma forma de inclusão, através da arte, desta pessoa que vivencia uma situação de doença mental.

Túlio viu que, ao reunir os materiais reciclados e o teatro de bonecos, através das experiências adquirida nos Bonecos Gigantes, poderia divulgar a temática ambiental, e gerar renda para a família sendo o teatro de bonecos um catalisador também de união familiar. Após dois anos de apresentações na região de Taquara (RS), a Companhia fez uma pausa. A Companhia retoma suas atividades somente em 2015, atuando em atividades promovidas pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) Hortênsias, em São Francisco de Paula, como discente do curso de Administração Rural e Agroindustrial, contando com a participação de sua filha, Ana Coronas, pintora, muralista e aluna do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental na mesma Universidade.

Nesse período Túlio trabalhou como arte-educador, realizando oficinas de musicalização no Centro Integrado Social (CIS), em projetos de educação musical na Fundação Projeto Terra e, na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de São Francisco de Paula. O grupo desenvolvia pelo menos uma peça teatral por ano, trazendo as pessoas com deficiência como atores, na confecção de figurinos e na criação dos personagens, através do processo de criação coletiva, concomitantemente ao teatro de bonecos. Após as paralisações das atividades, nos anos de 2020 à 2022, em função da pandemia da Covid-19, a Companhia Mundo Novo retomou suas atividades através do Edital da Lei de Incentivo à Cultura Paulo Gustavo, com o projeto “Companhia Mundo Novo em Movimento”, aludindo à retomada das atividades pós-pandemia e das atividades do grupo com novo elenco, formado por Túlio, Ana Coronas e o produtor musical, arranjador e multi-instrumentista, Régis Moewius.

Figura 7 – Componentes da Companhia Mundo Novo - 2024

Fonte: Companhia Mundo Novo (2024).

O projeto previa dois espetáculos, “O Voo da Arraia” e “Jack e as Borboletas”, com os recursos do edital que previa a compra de materiais, estrutura de apresentação dos espetáculos, iluminação e som, assim como composição e gravação de trilha sonora e confecção de figurinos para o grupo.

Figura 8 – Espetáculos Vôo da Arraia (A) e Jack e as Borboletas (B), Escola Estadual de Ensino Fundamental Antônio Francisco da Costa Lisboa, São Francisco de Paula/RS - 2023

Fonte: Companhia Mundo Novo (2023).

Em 2024 foram 30 apresentações, seguidas de workshops sobre a construção e manipulação de bonecos, apresentando os espetáculos, “O Voo da Arraia” e “Jack e as Borboletas” e o “O Senhor das Bergamotinhas” (em alusão à Festa da Bergamota e das Flores, em São Sebastião do Caí), além de oficinas de musicalização, utilizando, além de instrumentos como tambores, guitarra, flauta doce, conduzidos por um boneco, em ações educativas, preenchendo um espaço importante nas ações de cunho educativo com temática ambiental com uma linguagem lúdica e visualmente inspiradora.

Os espetáculos e *workshops* são voltados aos mais variados públicos e faixas etárias, tendo como diretriz a democratização do acesso ao teatro de bonecos de forma gratuita para comunidades menos favorecidas, Centros de Convivência, APAEs, Universidades públicas, Centro Integrado Social, escolas públicas periféricas, mas também podendo ser contratados por particulares, assim como desenvolvendo projetos e criações com temas específicos.

O espetáculo “O Voo da Arraia”, foi criado a partir de sobras de material de EVA na construção do boneco de uma Arraia Manta. A partir deste boneco e dentro da temática do mundo submarino, novas ideias foram surgindo como as águas vivas construídas a partir de sacolas plásticas; rede de pesca de arrasto (trazendo a problemática da pesca predatória) com alambrado plástico de obra; a hélice de um navio a partir da hélice de um ventilador (falando da poluição dos mares e oceanos por combustível fóssil); uma moreia com sua estrutura feita de canos de P.V.C e EVA; e uma água viva gigante a partir de um guarda-sol, com inspiração nos “Bonecos Gigantes”.

Figura 9 – Espetáculo Voo da Arraia, Companhia Mundo Novo - 2023

Fonte: Companhia Mundo Novo (2023).

O espetáculo “O Voo da Arraia”, transforma o ambiente em que é apresentado (sala de aula, auditório, palco etc.) em um mundo submarino, utilizando-se de tinta neon nos bonecos e luz Ultra Violeta. A ideia de levar o teatro de bonecos com a proposta de criar um ambiente totalmente diferente do habitual, demonstra através dos materiais utilizados para os bonecos e os cenários, ideias criativas que estão ao alcance dos professores, alunos, educadores em geral. Além disso, explora luzes, sombra, sons e silêncio, em atividades corporais, no jogo teatral e na construção e manipulação de bonecos, na construção e contação de histórias, a partir da imaginação ou da pesquisa.

A questão da “ambientação”, surge a partir das práticas corporais em EA, e das paisagens sonoras para a criação, ou ainda a simulação de ambientes ou instalações que permitam o público “estar” presente e sentir as emoções trazidas para o espaço, através do teatro de bonecos.

Em “Jack e as Borboletas”, o grupo apresenta a temática do uso excessivo da internet e equipamentos eletrônicos, principalmente por jovens e crianças em idade escolar. Essa questão tem sido motivo de discussão e da implementação de leis em países que decidiram adotar medidas restritivas como, por exemplo, a limitação do uso de celulares durante o período de aulas, recentemente também adotado no Brasil.

Enquanto o menino “Jack” está imerso no mundo virtual, em frente ao seu computador, algumas borboletas que entram furtivamente pela janela de seu quarto, passam a brincar com o garoto que, insistentemente as afasta por não querer interagir, ele está focado apenas na tela do computador, até que o personagem se rende às insistentes provocações das borboletas e acaba deixando a “realidade virtual” de lado para vivenciar a experiência de brincar com elementos da natureza.

Os bonecos foram confeccionados a partir de espuma reutilizada de colchões velhos, tecidos e radiografias para confecção das borboletas. A identificação do público, principalmente das crianças com o protagonista é imediata e a mensagem é compreendida com facilidade pela forma com que o conteúdo é transmitido, demonstrando que é preciso fazer uma conexão entre quem transmite e quem recebe a mensagem para que ela seja compreendida.

A linguagem do teatro de bonecos tem esse poder, essa potência e proporciona o desenvolvimento da criatividade, através da animação de objetos e da criação de personagens a partir da realidade ou da ficção, além de desenvolver habilidades motoras e de observação, e o prazer em utilizar o texto escrito ou de forma oral.

Os sons/as sonoplastias que podem captar ou imitar os sons do ambiente, enquanto uma “paisagem sonora” identificável através do volume, timbre e sua natureza, assim como os “barulhos” (poluição sonora), fazem parte do nosso dia a dia e compõe uma série de ferramentas, que orientam nossos sentidos e nos conectam ao ambiente que vivemos. Isso pode ser representado, captado e reproduzido para fazer teatro de bonecos.

Em 2025, a Companhia Mundo Novo de Teatro de Bonecos, a partir do incentivo da Política Nacional Aldir Blanc (PNAB), seguirá atuando com oficinas de construção de bonecos e espetáculos, direcionadas aos municípios “atingidas pelas enchentes” de maio de 2024, que ocorreram no RS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É preciso estar lá no momento em que a onda quebrar! É o que afirma o antropólogo Tim Ingold. É preciso respirar fundo e sentir o ar, os cheiros, as sensações do clima, as texturas e os sons. É preciso fazer força para transportar nosso corpo de um lugar ao outro. Também estar com outros, na casa, no trabalho, em meio à natureza. É preciso ter memórias. É preciso lembrar das memórias.

Nossos melhores arquivos, com toda certeza, não são os digitais; nossos melhores arquivos vêm com cheiro, às vezes com dor, com saudades, risos e lágrimas; e, com aquele som ao fundo, “do que era mesmo... parecia…”. É possível ouvir qualquer história desde que contada com emoção, carregada de sentimentos. O teatro é um pouco de tudo isso e o Teatro de Bonecos é ainda mais, porque são bonecos que podem trazer alegria, diversão, informação e críticas.

Fazer teatro de bonecos e educação ambiental na década de 1990 era bem diferente, porém, mesmo com pouca informação e divulgação esse papel foi assumido pelos Bonecos Gigantes que atingiam o público por meio da sensibilização ambiental. Os bonecos e os espetáculos cumpriam essa função, falando sobre meio ambiente, distribuindo material impresso e gerando campanhas de conscientização.

A experiência em Educação Ambiental vivida por meio da Companhia Mundo Novo, vinte anos depois, em 2024, foi surpreendentemente intensa, principalmente pelo *feedback* recebido do público. Poderia se inferir que em pleno ano de 2024, o teatro de bonecos não teria impacto diante das mídias digitais, o que não tem se comprovado. Nesse sentido, a transformação de uma sala de aula, a partir dos elementos teatrais, som, iluminação, *fog*, ventiladores e bonecos, passa a ser uma ferramenta poderosa de educação.

O momento atual é de retomada dos grupos de bonequeiros que tem na sua proposta a educação ambiental. Após um longo período de retenção de verbas, o governo do Presidente Luís Inácio Lula da Silva retoma os investimentos no setor cultural popular e também as políticas ambientais. Positivamente pode-se dizer que o Brasil, através de suas instituições e legislações, fez com que a EA chegasse em todos os níveis do ensino formal. Porém, ainda restam críticas a forma com que ela vem sendo aplicada: desconectada com as realidades locais. Ou seja, em alguns âmbitos perece a velha premissa: “levar o lixo” para dentro das escolas quando o que verdadeiramente precisamos é da reciclagem de ideias na EA!

Cabe ressaltar ainda, que a situação dos artistas no País ainda carece de maiores incentivos e políticas, pois grande parte destes profissionais subsistem de pequenas apresentações, por vezes em locais inapropriados, baixa remuneração, em suma, se afastando do seu papel frente cultura.

A percepção de que o teatro de bonecos é assunto para criança, vem sendo desmistificado, quando o público e as instituições de ensino percebem as amplas possibilidades desta ferramenta, fugindo do estereótipo do boneco infantilizado. Uma Arraia voando pela sala, ou uma Água Viva saindo de um guarda-sol, navegando pelo palco, transcende a visão do senso comum, de que a sala de aula é só a sala de aula. A sala de aula também pode se tornar um mundo submarino, ou com bonecos que podem voar e que tudo é possível através da imaginação.

É preciso baixar o volume das sirenes, qual chão de fábrica que condiciona e ensurdece. Paredes são verdadeiros murais, painéis, molduras. Muros que podem ser derrubados com a imaginação, e que através do teatro de bonecos, eles podem ter vida!

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Ana Mae. **Arte/Educação Contemporânea:** consonâncias internacionais. São Paulo: Cortez, 2008.

CARVALHO, Isabel C. de M. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES; Philippe P. (coord.) **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CATUNDA, Marta. Educar e Cultivar Ambientes. In: NOAL, Fernando Oliveira; BARCELOS, Valdo Hermes de Lima. (Orgs.). **Educação ambiental e cidadania:** cenários brasileiros. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 5.ed. Campinas: Papirus,1995.

GUIMARÃES, Leandro B. O Educativo - Ambiental – Construído sob o Binarismo Natureza/Cultura nos Limiares do Terceiro Milênio. In: NOAL, Fernando O.; BARCELOS, Valdo H. L. (Orgs.). **Educação ambiental e cidadania**: cenários brasileiros. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, reimpressão, 2010, p. 327-342.

MENDES, Maria I. B. de S.; NÓBREGA, Terezinha P.; Corpo, Natureza e Cultura: contribuição para educação. **Revista Brasileira de Educação**, núm. 27, set-out-nov-dez, 2004, pp. 125-137.

NÓBREGA, Terezinha P. **Corporeidade e Educação Física:** do corpo ao corpo-sujeito. Natal: EDUFRN, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Programa nacional de educação ambiental – ProNEA**. Diretoria de Educação Ambiental. Coordenação Geral de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

RODRIGUES, José Carlos. **O corpo na história**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1999. (Coleção Antropologia e Saúde).

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E INFRESTRUTURA – SEMA. **Circo Ambiental**. 2002. Disponível em: https://sema.rs.gov.br/circo-ambiental-no-anfiteatro-por-do-sol

SIGNORI, Karina. **Recicleide:** andanças pelo Brasil: 25 anos de história. Florianópolis; Recicleide Arte e Educação Socioambiental, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Centro Informação das Nações Unidas, 2015. Disponível em: http://susteinabledevelopment.un.org.

VIRILIO, Paul. **O Espaço Crítico** – As Perspectivas do Tempo Real. Rio de Janeiro: Ed.34, Coleção Trans, 1993.

CAPÍTULO 2

A OBSERVAÇÃO DE AVES COMO FERRAMENTA DE CONSERVAÇÃO DOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA - UM DIAGNÓSTICO DA COMUNIDADE DE PRODUTORES RURAIS DE JAQUIRANA/RS SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Gabriel Vieira Vier

Ketulyn Füster Marques

RESUMO: Os Campos de Altitude, ecossistema do Bioma Mata Atlântica, apresenta notável biodiversidade, diversidade de ambientes e paisagens de admirável beleza cênica, proporcionando uma rica comunidade de aves representada por mais de 300 espécies. Muitas destas espécies utilizam estas áreas em períodos específicos ao longo do ano, sendo consideradas migratórias, e também abrigam algumas espécies que sofrem de algum grau de ameaça de extinção, assim como aquelas endêmicas. A conversão destes ambientes para outros usos vem ocorrendo de forma acelerada nas últimas décadas, causando impactos significativos para a biodiversidade, afetando o sistema hídrico e alterando bruscamente as características da paisagem original. A partir desta problemática, essa pesquisa propôs a analisar como os produtores rurais do munícipio de Jaquirana/RS, situado nos Campos de Cima da Serra, a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, avaliam a prática de observação de aves como instrumento sustentável para a conservação das áreas dos campos naturais. Para isto, foi aplicado um questionário a 18 produtores e produtoras rurais com o objetivo de conhecer esses profissionais do campo quanto a proposta apresentada neste estudo. Constatou-se então que, 83% dos entrevistados apontam que é possível manter as áreas de campos nativos através da prática da observação de aves. No entanto, mais de 50% do grupo amostral não tem interesse na exploração desta prática sustentável, enquanto que, aproximadamente 40% destes possuem a disposição em abrir suas porteiras para o avistamento e observação de aves em suas propriedades. Assim, revela-se que a busca de novas alternativas para a conservação de ambientes naturais é de extrema importância para a conservação dos campos.

PALAVRAS-CHAVE: Campos de Cima da Serra, Aves, Conservação.

BIRD WATCHING AS A TOOL FOR CONSERVING FIELDS UP THE MOUNTAINS - A DIAGNOSIS OF THE COMMUNITY OF RURAL PRODUCERS IN JAQUIRANA/RS ON THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE PRACTICES

ABSTRACT: The Campos de Altitude, an ecosystem of the Atlantic Forest Biome, presents remarkable biodiversity, a diversity of environments and landscapes of admirable scenic beauty, providing a rich community of birds represented by more than 200 species. Many of these species use these areas at specific times throughout the year and are considered migratory. They are also home to some species that are threatened with extinction, as well as endemic species. The conversion of these environments to other uses has been occurring at an accelerated rate in recent decades, causing significant impacts on biodiversity, affecting the water system and abruptly altering the characteristics of the original landscape. Based on this problem, this research aimed to analyze how rural producers in the municipality of Jaquirana/RS, located in the Campos de Cima da Serra, in the northeast of the state of Rio Grande do Sul, evaluate the practice of birdwatching as a sustainable instrument for the conservation of natural grassland areas. To this end, a questionnaire was sent to 18 rural producers with the aim of finding out more about the proposal presented in this study. It was found that 83% of those interviewed believe that it is possible to maintain native grassland areas through the practice of birdwatching. However, more than 50% of the sample have no interest in exploring this sustainable practice, while approximately 40% of these are willing to open their gates for bird watching on their properties. This shows that the search for new alternatives for the conservation of natural environments is extremely important for the conservation of grasslands.

KEYWORDS: Campos de Cima da Serra, Birds, Conservation.

INTRODUÇÃO

Os Campos de Cima da Serra, localizados no nordeste do Rio Grande do Sul e sudeste de Santa Catarina, vem sofrendo com a perda de áreas em ambientes naturais nas últimas décadas, através de ações antropogênicas em decorrência da contínua e rápida substituição, descaracterização e fragmentação dos diferentes ambientes que os compõem, conforme Klein (2022). Alterações como a introdução de espécies exóticas como o *Pinus* spp., o avanço de extensas monoculturas, como de batata, soja e milho, a drenagem e o açudamento de banhados, entre outros, representam as principais ameaças para a proteção desse ecossistema (Boldrini, 2009). Diante do aumento da perda destas áreas naturais, impactos são sentidos pela biodiversidade local e migratória que fazem uso destes ambientes.

A comunidade avifaunística do Campos de Cima da Serra se destaca pela grande diversidade de espécies aves, havendo o registro de aproximadamente 326, onde 37 espécies dependem quase que exclusivamente dos campos para sua sobrevivência (Bond-Buckup 2010). Muitas destas espécies utilizam estas áreas para a reprodução, assim como também de descanso para suas jornadas de migrações. Desta maneira, a conservação e a manutenção destes campos são de suma importância e relevância ambiental. Sendo

assim, este trabalho visa contribuir com subsídios para a conservação dos Campos de Cima da Serra, por meio de sua relação com a avifauna e, como a observação de aves pode auxiliar na preservação destas áreas naturais.

OS CAMPOS DE CIMA DA SERRA

O Planalto Meridional é uma unidade de relevo de difícil delimitação, pois, à exceção de seu limite leste na escarpa da Serra Geral, não apresenta critérios claros que o distinga de outras regiões, sendo as diferenças entre seus extremos demasiadamente pronunciadas (Fontana et al. 2008). Ocupa uma ampla porção do norte do Rio Grande do Sul, alongando-se por Santa Catarina até o Paraná (Rambo 2000). Caracteriza-se principalmente por apresentar extensas áreas de campos de diferentes fisionomias, em geral entrecortados por remanescentes de floresta com araucária (capões), áreas úmidas ou drenagens naturais e florestas ao longo dos vales dos rios (Floresta Estacional Semidecídua ou Ombrófila Mista). Em sua porção sul esses campos têm sido reconhecidos como campos sulinos, juntamente com os campos da campanha gaúcha, ou campos do Planalto, ou ainda como campos de altitude (Klein 1981, MMA 2000, Rambo 2000, Porto 2002, Marchiori 2004).

De acordo com a sua localização, as manchas de campos do Planalto Meridional recebem denominações diferentes. São os Campos de Curitiba, os Campos Gerais ou Campos do Segundo Planalto, os Campos de Castro, os Campos de Guarapuava e de Palmas, no Paraná; os campos de Lages em Santa Catarina e os de Vacaria, Lagoa Vermelha e Passo Fundo no Rio Grande do Sul (Valverde 1957). Os campos do Planalto também recebem o nome fisiográfico de Campos de Cima da Serra no nordeste do Rio Grande do Sul e sudeste de Santa Catarina, o que remete a paisagem natural da região, formada por coxilhas de campo e matas acima dos 800 metros de altitude (BondBuckup e Dreier 2008). A denominação “Campos de Cima da Serra” surgiu como proposta de regionalização do território pelas suas características fisiográficas no final dos anos de 1950 (Mesquita, 1984).

Em 1997, Boldrini descreve a fitofisionomia dos campos como uniforme em sua forma, no entanto apresenta uma grande diversidade na riqueza de espécies, muito por conta das variações florísticas associadas ao clima, topografia, variação e heterogeneidade do solo da região dos Campos de Cima da Serra. Assim, para a autora (2009), muitas dessas espécies estão ameaçadas de extinção devido à conversão dos campos para diferentes usos. De acordo com Iganci et al. (2011), os campos subtropicais do planalto sul brasileiro são caracterizados pelo alto nível de endemismo, onde resultados de suas pesquisas apontaram que 25% da flora são plantas endêmicas. Nos estudos realizados sobre a flora na região nordeste do Rio Grande do Sul e sudeste de Santa Catarina, Boldrini et al. (2009) apontaram que a Formação Campestre apresenta uma variedade grande de ambientes, onde expressa uma riqueza de 1.161 táxons, sendo 107 endêmicas dos campos, 76 encontram-se na Lista de Espécies Ameaçadas do Rio Grande do Sul do ano de 2002 e quatro são novas para a ciência.

Quando avaliado os grupos faunísticos sobre a biodiversidade dos Campos de Cima da Serra, constata-se uma elevada riqueza. Bond-Buckup (2010) em seus estudos destaca a grande diversidade e endemismo de muitas espécies que estão presente nos vários grupos da fauna, caracterizando a região como de extrema importância biológica. Esta biodiversidade pode estar ligada aos diferentes ambientes que compõem os Campos de Altitude, como os banhados, as turfeiras, os rios, as Florestas com Araucária e as matas de galeria (Klein, 2022).

O endemismo e espécies ameaçadas são indicadores relevantes de áreas para conservação de determinadas biotas, de acordo com Boldrini et al. (2009). No entanto, apesar da alta riqueza de espécies, a vegetação campestre nunca foi adequadamente protegida pela política de conservação adotada no país (Overbeck et al., 2007), mesmo em unidades de conservação (UC). De acordo com dados da Flora Campestre (2021), estima-se que apenas de 0,33% dos campos nativos do Rio Grande do Sul estão protegidos por UC, seja no Bioma Mata Atlântica ou Pampa. A conservação dos campos tem sido negligenciada historicamente, devido à falta de reconhecimento e valorização destes ambientes como naturais e que necessitam ser preservados (Klein, 2022). Verifica-se a magnitude da biodiversidade existente nos Campos de Altitude, Stehmann et al. (2009) apresenta o número de espécies endêmicas nas formações campestres (962) que supera a da Floresta Ombrófila Mista (946). Assim, deve-se levar em conta, conforme Ribeiro e Freitas (2010), a pequena proporção de área de ocorrência dos campos em relação às formações florestais.

Os Campos de Altitude vêm sofrendo nas últimas décadas com as ações antropogênicas em decorrência da contínua e rápida substituição, descaracterização e fragmentação dos diferentes ambientes que os compõem, conforme Klein (2022). A introdução de espécies exóticas como o *Pinus* spp., o avanço de extensas monoculturas de batata, olericultura, soja e milho, a drenagem e o açudamento de banhados, entre outros, representam as principais ameaças para a proteção desse ecossistema (Boldrini, 2009).

A alta riqueza de espécies em escala local e regional e numerosos relictos e endemismos nos campos são de especial interesse para a conservação sob vários aspectos, como recarga e regulação hídrica e a singularidade biológica, que enfrentam atualmente diversas ameaças antrópicas, observam Ribeiro e Freitas (2010). No entanto, estas ameaças poderão intensificar-se por estarem entre os ecossistemas brasileiros mais vulneráveis às mudanças climáticas globais, pelo simples fato que com o aumento da temperatura não haverá possibilidade de migração das espécies para altitudes mais elevadas. Entretanto, Pires, Srivastava e Farjalla (2019) ressaltam que a mudança climática altera os ecossistemas e seu funcionamento, mas a biodiversidade pode amortecer tais mudanças. Para os autores, é fundamental que entendamos a importância da biodiversidade na garantia de serviços ecossistêmicos nas escalas local e global, na compreensão que eles são de particular importância econômica e cultural para os humanos. Esse entendimento poderá reverberar mais fortemente nos formuladores de políticas públicas.

A AVIFAUNA E A CONSERVAÇÃO NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA

No que diz respeito à avifauna, o Brasil possui cerca de 1.971 espécies de aves registradas de acordo com o Cômite Brasileiro de Ornitorlogia (2021), ocupando assim o terceiro lugar com mais espécies ao redor de todo o mundo. As áreas que abrigam os ambientes dos Campos de Cima da Serra se destacam pela grande diversidade de espécies de aves, havendo o registro de aproximadamente 326, onde 37 espécies dependem primariamente dos campos (Bond-Buckup 2010). Ainda, estas áreas campestres incluem espécies raras, pouco conhecidas, endêmicas, bem como muitas espécies ameaçadas. Além disso, esses campos são particularmente importantes para espécies Passeriformes migratórias como *Sporophila* spp. (Silva 1999).

Um ponto que merece destaque é a notória similaridade entre a avifauna dos Campos de Cima da Serra e a da região do Pampa. Quatro espécies de aves campestres típicas dos campos de cima da serra são compartilhadas unicamente com o Pampa, revelando a afinidade biogeográfica existente entre ambas as regiões. São elas: a noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicana*), o veste-amarela (*Xanthopsar flavus*), o junqueiro-de-bico-reto (*Limnoctites rectirostris*) e o tio-tio (*Phacellodomus striaticollis*), conforme o Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas (2008).

Foto 1 – Casal de *Xolmis dominicana*, à esquerda e, indivíduos de *Xanthopsar flavus*, à direita, registrados na localidade dos Três Irmãos, em Jaquirana/RS.

Fonte: Autor.

Apesar do enorme potencial paisagístico e da comprovada relevância para a avifauna e outros grupos animais e vegetais (Guadagnin et al. 1998, Bond-Buckup 2008, Boldrini 2007), os ambientes dos Campos de Cima da Serra vêm sendo ameaçados por ações antrópicas, conforme apresentado anteriormente. Este aspecto revela a necessidade de ações de conservação imediatas na região, as quais só poderão ser tomadas com base no conhecimento atual das espécies, comunidades e seus habitats.

Em relação às áreas protegidas dos campos do Planalto Meridional do nordeste do RS e sul de SC, sete Unidades de conservação (UCs) de proteção integral são mencionadas para o Rio Grande do Sul. Duas destas, o Parque Nacional da Serra Geral e o Parque Nacional de Aparados da Serra também integram o rol de UCs de Santa Catarina, juntamente com o Parque Nacional de São Joaquim. Com exceção deste último, as porções campestres das UCs correspondem a cerca de 45% do total de área protegida, enquanto o restante 55% é atribuído a florestas (Marenzi et al. 2005, Brandão et al. 2007). Os parques nacionais, assim como os parques estaduais e as estações ecológicas da região, também integram parcialmente três das seis áreas indicadas como importantes para a conservação de aves (IBAs) que englobam porções campestres do bioma Mata Atlântica (Campos do Planalto das Araucárias, Campos de Cima da Serra e Região dos Aparados da Serra). Apenas uma IBA possui proteção integral (Parque Nacional de São Joaquim). A despeito da importância, somente a IBA denominada Campos de Cima da Serra, área situada nos campos planálticos do nordeste do Rio Grande do Sul, municípios de Jaquirana, São Francisco de Paula, e Cambará do Sul, possui um inventário ornitológico considerado representativo, enquanto as demais possuem estudos preliminares ou inventários ornitológicos não disponíveis (Bencke et al. 2006). Este aspecto ilustra a necessidade da realização de estudos futuros com aves na região.

A OBSERVAÇÃO DE AVES

O turismo de observação de aves constitui um nicho de mercado importante no âmbito do ecoturismo, contribuindo com o aporte econômico e conscientização ambiental. Na medida em que os moradores das comunidades locais são envolvidos em atividades de apoio, o aspecto social também é beneficiado nesta integração (Silva-Melo et. al., 2019). A observação de aves é uma atividade consolidada, mas ainda com muito espaço para crescer, conforme trabalhos publicados nos últimos anos (Almeida et al. 2016; Pinheiro, 2019; Silva, 2020). Observação de aves tornou-se um segmento do turismo de natureza, constituindo um mercado turístico especializado. Historicamente dominado por britânicos e norte-americanos, está se tornando mais diversificado, com o aumento do interesse de mercados asiáticos, como China, Japão e Índia (Steven; Jones, 2014). Nos Estados Unidos, mais de 46 milhões de americanos são praticantes da atividade de observação de aves (FWS, 2013). Esses turistas, em 2016, contribuíram com quase US$ 80 bilhões

para a economia do país. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a atividade recreativa com maior crescimento entre 1982 e 2009 foi a observação e registro fotográfico de aves, com o aumento de 287% no período. Além disso, a atividade de observação de aves nos Estados Unidos gera 600 mil empregos (SEBRAE, 2018).

Na Europa, três em cada dez pessoas são observadoras de aves e no Reino Unido existem cerca de dois milhões de praticantes (Lamas et.al., 2018). Na rota das aves migratórias da Ásia para a Europa, são registrados dez milhões de observadores cadastrados e atuantes (CI, 2017). Já na Espanha, o Parque Nacional de Monfrague recebe 300 mil visitantes/ano para prática de observação de aves (SEBRAE, 2018). No Brasil, a observação de aves atrai turistas para mais de 50 destinos de ecoturismo. Esses locais distribuídos de norte a sul do país recebem grupos para observação de aves com roteiros definidos (Valadares, 2016). Os lugares mais visados localizam-se na Amazônia e no Pantanal, além do Parque Nacional de Foz do Iguaçu (Dias; Figueira, 2010). Hoje existem mais de 30 mil observadores de aves no Brasil e a atividade tem crescido exponencialmente. Estima-se que nos últimos 10 anos houve um incremento de 1.650% neste número (SEBRAE, 2018). A plataforma colaborativa WikiAves reúne os observadores de aves brasileiros. Entre outubro de 2019 e março de 2021 a plataforma registrou um crescimento no seu quadro de associados de 15%, atingindo mais de 37 mil observadores. O Brasil figura entre um dos mais importantes destinos para quem quer praticar a observação de aves. Possui grande heterogeneidade ambiental, o que garante uma riqueza de avifauna. São quase duas mil espécies, algumas muito raras e pelo menos 166 globalmente ameaçadas de extinção (SEBRAE, 2018).

Este estudo teve como objetivo examinar como os produtores rurais do município de Jaquirana/RS, localizado no “coração” dos Campos de Cima da Serra, avaliam quanto a prática da observação de aves como ferramenta para a conservação e a manutenção das áreas dos campos naturais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, fora utilizado um questionário estruturado como principal instrumento de coleta de dados, com o objetivo de avaliar a percepção e o conhecimento de produtores rurais locais sobre as características ambientais e a conservação dos Campos de Cima da Serra, com foco na observação de aves como o principal indicador ambiental.

O questionário foi aplicado ao longo do mês de novembro de 2024, de forma presencial, junto aos entrevistados, no munícipio de Jaquirana/RS. Ao todo foram obtidas 490 respostas válidas.

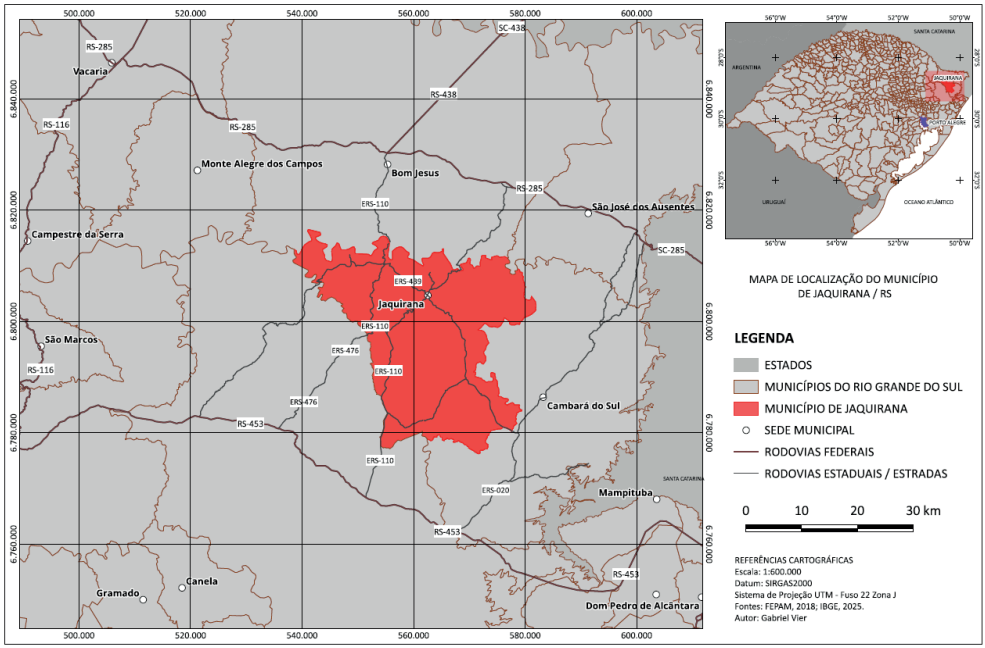


Figura 1 – Mapa da área de estudo do município de Jaquirana/RS.

Fonte: Autor.

O questionário continha trinta perguntas, organizadas em seções que abordavam:

- Perfil dos participantes (idade, escolaridade, renda familiar, atividades praticadas na propriedade rural);
- Percepção ambiental (conhecimento sobre a biodiversidade local, mudanças ambientais, ameaças à conservação);
- Percepção de oportunidades extras do campo (ecoturismo e educação ambiental, em especial a observação de aves).

As respostas foram tabuladas em base Excel, representadas em gráficos e pareceres descritivos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Após a compilação dos dados, um total de 18 produtores rurais foram entrevistados, sendo todos residentes do município de Jaquirana/RS. Dos 18 questionários encaminhados aos produtores e produtoras rurais, 12 retornaram com todas as questões repondidas (66%). Da totalidade dos entrevistados, anotou-se que 22% foram do gênero feminino, enquanto 78% pertencem ao gênero masculino. Este fato é corroborado conforme Costa et al. (2013), a qual aponta um histórico cultural da presença, quase que predominante, do indivíduo masculino frente as atividades nas propriedades rurias no Rio Grande do Sul.

As idades e a escolaridade do grupo de amostra foram analisadas, onde constatou-se uma média da idade de 51,72 anos. Já referente a escolaridade de cada, observa-se no Gráfico 1 os valores obtidos.

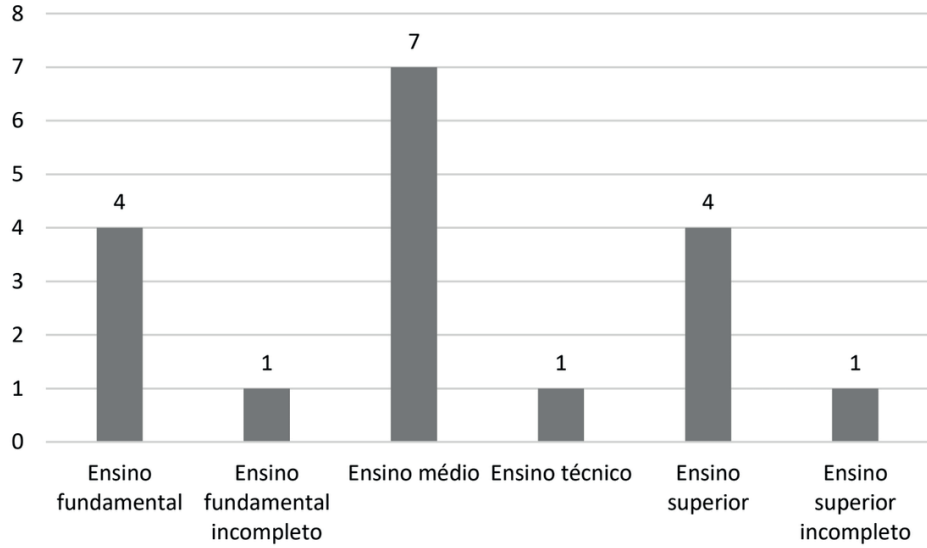


Gráfico 1 – Grau de escolaridade dos entrevistados.

Fonte: Autor.

Quando perguntado quais eram as atividades praticadas nas áreas rurais de cada, em 17 propriedades a criação de bovinos é a principal fonte de renda, sendo contemplada também pelo cultivo de grãos e vegetais, assim como a criação de caprinos, a produção de mel e queijos. Somente um entrevistado informou que a única atividade execercida naquela propriedade é a criação de equinos. Desta maneira, constata-se que, a principal atividade executada entre todos os entrevistados está relacionada diretamente com os ambientes campestres.

Ao serem questionados quanto ao conhecimento dos ambientes das propriedades rurais, isto é, se sabem sobre a fauna e a flora local, 94% dos entrevistados responderam que sim, enquanto apenas 02 não souberam responder. Em específico à avifauna, somente um entrevistado respondeu que não observa ou já observou as aves que utilizam as áreas de sua propriedade. Os demais, afirmaram que fazem, ou já fizeram, a observação de aves nas suas respectivas propriedades. No entanto, 39% dos entrevistados não souberam estimar ou quantificar quantas espécies de aves ocorrem naqueles locais. Já 22% responderam que o total de aves que habitam suas áreas, variam de 20 a 90 espécies. Ainda, um grupo de sete (39%) entrevistados relataram que deve haver mais de 100 espécies de aves ocupando os ambientes das suas propriedades.

Diante do aumento de atividades ligadas a observação de aves ao redor do mundo, e em especial ao Brasil, questionou-se aos entrevistados sobre o conhecimento desta prática, visto que movimenta altos valores dentro da economia, em especial ao turismo. Assim, os resultados obtidos estão expressos junto ao Gráfico 2. Observa-se que, quase 50% não detinham deste conhecimento, enquanto apenas 28% sabiam do que se tratava, e os demais não souberam responder.

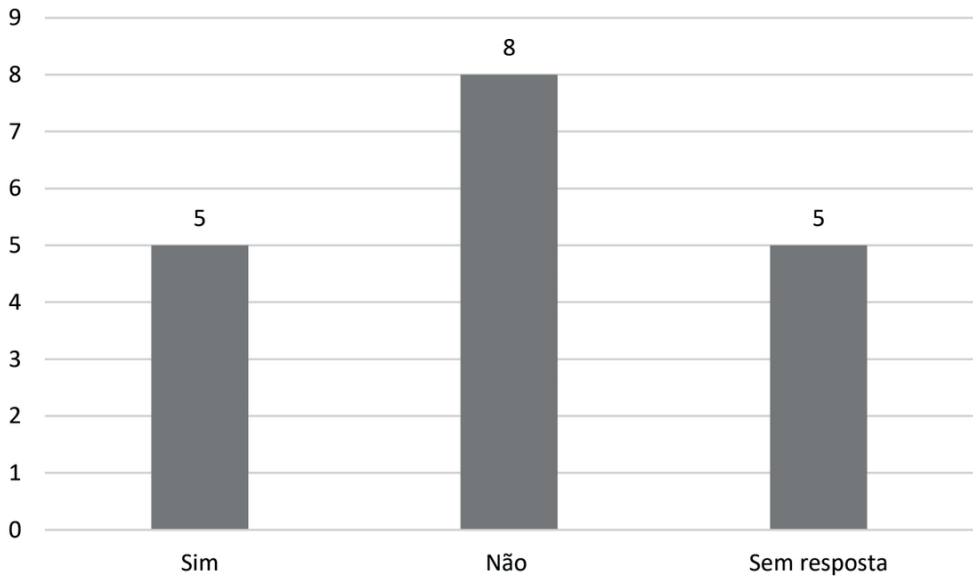


Gráfico 2 – Conhecimento sobre a prática da observação de aves.

Fonte: Autor.

Quando questionados se a região onde estão inseridas as suas propriedades possuem potencial para a prática da observação de aves, um entrevistado respondeu que não há, enquanto 04 não responderam a questão e, os demais 13 disseram sim, que há uma forma positiva e benéfica desta exploração de atividade natural na região de Jaquiarana/RS. Entretanto, quando fora realizado a pergunta específica de que se as áreas de cada produtor oferecem um potencial para a realização desta prática nos ambientes naturais, todos os entrevistados responderam que sim, reafirmando a potencialidade de que as áreas inseridas neste município podem proporcional para a prática da observação de aves.

Diante das respostas positivas descritas anteriormente, questionou-se o grupo de entrevistados sobre ser possível em haver uma renda financeira em consequência da busca da prática da observação de aves. Desta maneira, conforme observado no Gráfico 3, mais de 66% acreditam que seja possível ter ganhos com a atividade, enquanto apenas 11% disseram não haver a possibilidade de se extrair uma renda através desta prática. Quatro entrevistados não responderam a pergunta do questionário.

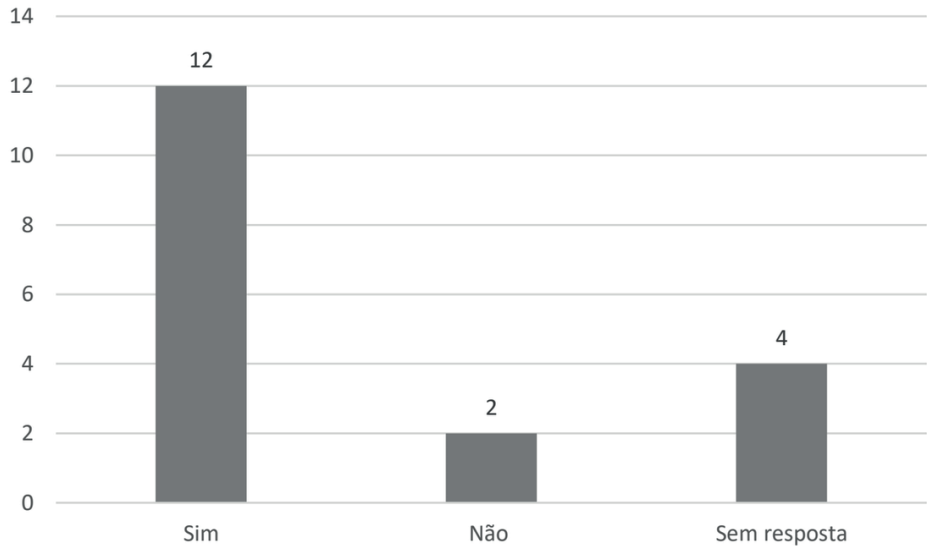


Gráfico 3 – Ganhos de renda através da prática de observação de aves nas propriedades rurais dos entrevistados

Fonte: Autor.

Sabendo que as atividades do campo exigem diversos fatores e que, além disso dependem de condições climáticas favoráveis para se ter um resultado positivo, questionou-se então os entrevistados se consideram possível conservar e manter as área naturais de campos através da prática da observação de aves nos Campos de Cima da Serra, 83% dos entrevistados afirmaram que sim, é possível manter as características naturais destes ambientes através desta prática sustentável que é a observação de aves. Apenas um entrevistado disse que não, enquanto outros dois não responderam ao questionamento, conforme observado no Gráfico 4. Este resultado positivo, reflete nas preocupações que os produtores rurais tem em relação aos ambientes campestres naturais, visando a manutenção da criação de animais, assim como, manter também as tradições e culturas advindas desta antiga prática, realizada por seus antepassados, além de se preocuparem com as futuras gerações.

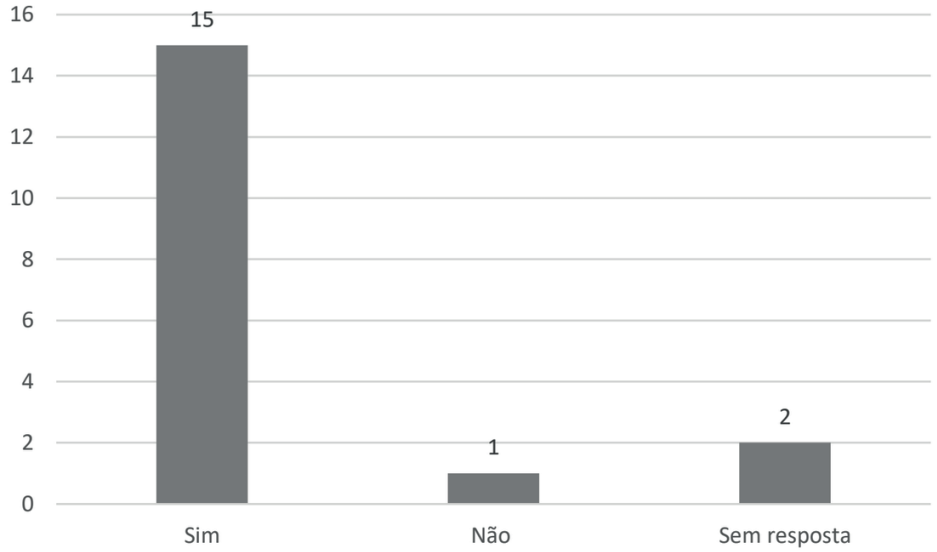


Gráfico 4 – A conservação das áreas naturais dos Campos de Cima da Serra através da prática de observação de aves.

Fonte: Autor.

Finalizando os resultados obtidos no questionário, foi questionado aos 18 produtores rurais se havia o interesse na exploração das suas áreas rurais para a prática da observação de aves. Mais de 55% dos entrevistados não possuem o interesse, enquanto 39% são favoráveis a utilização de suas áreas para esta prática junto a natureza e, apenas um entrevistado não respondeu a essa questão, conforme constatado no Gráfico 5. Entre as causas apontadas pelos entrevistados para a não exploração de suas áreas, estes relatam à insegurança como principal causa, pelo fato de estranhos estarem circulando por suas propriedades. Já os que são favoráveis, dizem que além de poder terem alguma fonte de renda extra, podem ajudar a contribuir com estudos de aves, assim como em poder dividir de um espaço natural que traz benefícios para as aves e as pessoas.

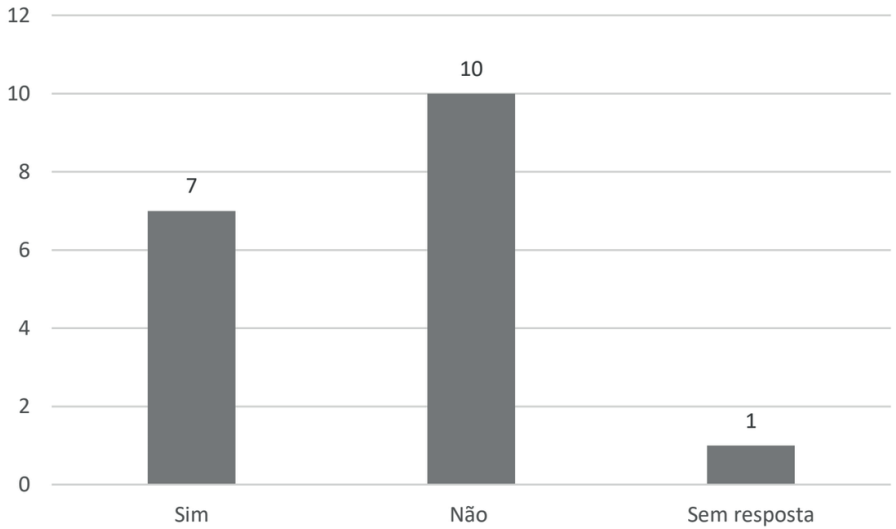


Gráfico 5 – A conservação das áreas naturais dos Campos de Cima da Serra através da prática de observação de aves.

Fonte: Autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou resultados que poderão subsidiar discussões, tanto no setor público quanto na iniciativa privada a respeito da implantação de uma cadeia ecoturística a partir da atividade de observação de aves, de tal maneira que a atividade tende a conservar as áreas naturais dos campos. Foi possível verificar o perfil do produtor rural local, sua relação com o ambiente natural, e suas relações quanto a prática da observação de aves. Nota-se que a atividade da observação de aves não está organizada na região, sendo necessário investimentos e um melhor conhecimento acerca desta prática para atender o potencial da atividade na região estudada. O trabalho também mostrou, de maneira inequívoca, que a observação de aves tem peso econômico, proporcionando alavancar o turismo na região, gerando empregos e renda. Foi ainda possível elencar, a partir das informações vindas dos produtores rurais, sobre a importância em manter áreas naturais para as atividades do campo, de maneira a manter a criação de animais. A respeito da pressão da atividade sobre as espécies de aves, os dados desta pesquisa não foram suficientes para determinar o impacto da observação de aves sobre as espécies, dependendo assim, de estudos mais direcionados ao tema, a fim de que se comprove sua sustentabilidade, sem oferecer riscos às aves que são foco das observações. Cabe ressaltar que a área dos Campos de Cima da Serra tem uma importância especial para a conservação da biodiversidade, tendo em vista ser uma região que recebe anualmente grande número de aves migratórias, além da riqueza local. Logo, a região, se bem divulgada, atrairá mais visitantes, gerando renda, incremento econômico e oportunizando o crescimento da comunidade local, em virtude da observação de aves, e assim mantendo e conservando as áreas de campos nativos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.P.S.R.; BAHIA, M.C.; NELSON, S.P. **Observação de aves no Refúgio de Vida Silvestre Metrópole da Amazônia: uma contribuição para a conservação ambiental da unidade e ao desenvolvimento turístico do Estado do Pará**. Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v.9, n.3, ago/out 2016, p.544-574.

BENCKE, G. A.; MAURÍCIO, G. N.; DEVELEY, P. F. e GOERCK, J. M. (orgs.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil – Parte I: estados do domínio Mata Atlântica**. São Paulo: Editora SAVE Brasil, 2006.

BOLDRINI, Ilsi Iob. **Campos no Rio Grande do Sul: Fisionomia e problemática ocupacional**. Porto Alegre: Bol. Inst. Biociências UFRGS 56. 1997. 39 p.

BOLDRINI, Ilsi Iob. **Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias**. Brasília: MMA, 2009. 240 p. (Série Biodiversidade v.30).

BOLDRINI, Ilsi Iob; EGGERS, Lilian; MENTZ, Lilian Auler; MIOTTO; Silvia Teresinha Sfoggia, MATZENBACHER, Nelson Ivo; LONGHI-WAGNER, Hilda Maria; TREVISAN, Rafael; SCHNEIDER, Angelo Alberto; SETÚBAL, Robberson Bernal. Flora. In: BOLDRINI, Ilsi Iob**. Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias**. Brasília: MMA, 2009. 240 p. (Série Biodiversidade v.30). p. 40-94.

BOND-BUCKUP, Georgina. **A riqueza de espécies**. In: Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra/ organização de Georgina Bond-Buckup. Porto Alegre: Editora Libretos, 196 p. 2010.

BOND-BUCKUP, G e DREIER, C. **Paisagem natural**, p. 10-19.Em: G. Bond-Buckup (org.) Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra. Porto Alegre: Editora Libretos, 2008.

BRANDÃO, T.; TREVISAN, R. e BOTH, R. **Unidades de Conservação e os Campos do Rio Grande do Sul**. Rev. Bras. Bioc., 5:843-845, 2007.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. 2021. **Listas das aves do Brasil. 13ª Edição**. (http://www.cbro.org.br). Acessos em: 27/12/2024.

CI. Conservação Internacional. **Observação de aves une instituições em nova plataforma turística para o sul da Bahia**. Disponível em: <https://www.conservation.org/brasil/noticias/2019/10/18/observação-de-aves-uneinstituições-em-nova-plataforma-turística-para-o-sul-da-bahia>. 2017. Acesso em: 10/12/2025.

COSTA RAUBER, C. **Masculinização da população rural no Rio Grande do Sul: análise a partir dos sistemas agrários**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

DIAS, R., FIGUEIRA, V. **O turismo de observação de aves: Um estudo de caso do município de Ubatuba/SP-Brasil**. Tékhne: Revista de Estudos Politécnicos Polytechnical Studies Review, v. 8, n.14, p. 85–96, 2010.

FLORA CAMPESTRE. **Campos sulinos: Os campos são ambientes naturais**. Disponível: https://www.ufrgs.br/floracampestre/campos-sulinos-2/. Acesso em: 12/12/2024.

FONTANA, C. S.; REPENNING, M.; ROVEDDER, C. E. e GONÇALVES, M. L. **Aves**, p. 118-135. Em: G. Bond-Buckup. (org.). Biodiversidade dos campos de Cima da Serra. Porto Alegre: Editora Libretos. 2008.

FWS. Fish and Wild Service. **Birding in the United States: A Demographic and Economic Analysis**. 2013. Disponível em: <https://www.fws.gov/southeast/pdf/report/birding-in-the-united-states-ademographic-and-economic-analysis.pdf>. Acesso em: 14/01/2025.

GUADAGNIN, D., SOBRAL, M., BECKER, F. G. **A biodiversidade da região do Planalto das Araucárias no Rio Grande do sul: importância, ameaças e recomendações**. In: Richter, M (ed.). Conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável de São Francisco de Paula, Um plano de Ação Preliminar. Porto Alegre: EDIPUCRS. 106 p. il. 1998.

IGANCI, JOÃO R. V.; HEIDEN, GUSTAVO; MIOTTO, SILVIA TERESINHA S.; PENNINGTON, R. TOBY. **Campos de Cima da Serra: The Brazilian Subtropical Highland Grasslands show an unexpected level of plant endemism**. Botanical Journal of the Linnean Society, 167, p. 378–393. 2011.

KLEIN, I. J. **Taipas de Pedra: Rotas e Descaminhos para a Conservação dos Campos de Altitude em São Francisco De Paula/RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade) Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). 2022. Disponível em: https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2141 Acesso em: 02/01/2025.

Klein, R. M.. **Fitofisionomia, importância e recursos da vegetação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**. Sellowia, 33:5-54. 1981.

LAMAS, I. R.; MOREIRA-LIMA, L.; SILVA, T. C. L. **Observação de aves na costa do descobrimento: educação, conservação e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional. 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/UCRPPN/Livro_aves__Descobrimento.pdf> Acesso em: 12/02/2025.

Marchiori, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: Ed. EST. 2004.

Marenzi, R. C.; Frigo, F.; Eccel, R. e Schimidt, A. D. **Unidades de Conservação de Santa Catarina: Base preliminar de um diagnóstico de situação.** p. 26-34. Em: III Simpósio de Áreas Protegidas. Pelotas: Universidade Católica de Pelotas. 2005.

MESQUITA, Zilá. **Divisões regionais do Rio Grande do Sul: uma revisão**. Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 5, nº 2, p. 95-146, 1984.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas, MMA. 2000.

OVERBECK, Gerhard E.; MÜLLER, Sandra C; FIDELIS, Alessandra; PFADENHAUER, Jörg; PILLAR; Valério D.; BLANCO, Carolina C.; BOLDRINI, Ilsi I., BOTH, Rogério; FORNECK, Eduardo D. **Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p. 101–116. 2007.

PINHEIRO R. T. **Turismo de observação de aves nas Unidades de Conservação da região da Ilha do Bananal, Cantão (TO)**. Revista Brasileira de Ecoturismo, v.12, n.4,p.400-433, 2019.

PIRES, ALINY P. F.; SRIVASTAVA, DIANE S.; FARJALLA, VINICIUS F. **Is Biodiversity Able to Buffer Ecosystems from Climate Change? What We Know and What We Don't**. BioScience 68, Uberlândia, vol.68. pag 273–280. 2018.

Porto, M. L. **Os campos sulinos – sustentabilidade e manejo**.Rev. Ciência e Ambiente, 24:119-138. 2002.

Rambo, B. **Fisionomia do Rio Grande do Sul – ensaio de monografia natural**. São Leopoldo: Editora UNISINOS. 2000.

RIBEIRO, Kátia Torres; FREITAS, Leandro. **Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e Campos de Altitude**. Biota Neotropica. São Paulo, vol. 10, n. 4, p. 239-246. 2010.

_____, 2008. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas**. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-do-tainhas/. Acesso em: 13/12/2024.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Turismo de observação de aves**. Disponível em: <https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/boletins-de-tendencia/turismo-deobservacao-de aves/5bfd8072d4f78d1a00f95fc7#download>. 2018. Acesso em: 01/02/2025.

SILVA, J. A. D. **Birdwatching como uma proposta de valorização do espaço ecoturístico da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro (RJ)**. Revista Brasileira de Ecoturismo, v, 13, n.3, p. 587-599, 2020.

SILVA, J. M. C. **Seasonal movements and conservation of seedeaters of the genus Sporophila 455 in South America. Studies in Avian Biology**, v. 19, p. 272–280, 1999.

SILVA-MELO, M. R.; MELO, G. A. P.; GUEDES, N. M. R. **Turismo Sustentável: alternativa para o desenvolvimento da APA Baia Negra, Pantanal de Mato Grosso do Sul**. Revista Brasileira de Ecoturismo, v. 12, n. 5, 2019.

STEHMANN, João Renato; FORZZA, Rafaela Campostrini; SALINO, Alexandre; SOBRAL, Marcos; COSTA, Denise Pinheiro da; KAMINO, Luciana H. Yoshino. **Diversidade taxonômica na Floresta Atlântica**. In: STEHMANN, João Renato, et al. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 515p.

STEVEN R.; JONES D. **Bird-watching tourism**. In: Jafari J., Xiao H. (Eds.). Encyclopedia of Tourism. Springer, Cham. 2014.

VALADARES, C. **Turismo de observação de aves ganha adeptos no Brasil. Ministério do Turismo**, [s.l.], 19 set. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/turismo-de-observacaode-aves-ganha-adeptos-no-brasil> Acesso em: 20/01/2025.

VALVERDE, O. **Planalto meridional do Brasil**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia. 1957.

WIKIAVES. **Site de conteúdo interativo, direcionado à comunidade brasileira de observadores de aves**. Página inicial. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/index.php>. 2025. Acesso em: 13/02/2025.

CAPÍTULO 3

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A SEDE DO PARQUE ESTADUAL DO TAINHAS: WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Fabiana Angela Girotto Boff

Daniel Brinckmann Teixeira

RESUMO: O presente trabalho apresenta e dimensiona a Solução Baseada na Natureza (SBN) denominada Wetlands Construídos (WC), como sistema sanitário para tratamento dos esgotos domésticos gerados na residência sede do Parque Estadual do Tainhas (PET). O PET é uma Unidade de Conservação (UC), com área de 6000ha, localizada na zona rural dos municípios de Jaquirana, São Francisco de Paula e Cambará do Sul no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil. A UC é gerida pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) do estado do RS. No PET existe uma residência unifamiliar com 497m^2 utilizada pela SEMA como apoio para atividades no parque. A residência conta com 42 leitos distribuídos em 10 dormitórios servindo de alojamento para essas atividades. O sistema está projetado para atender 73 pessoas com contribuições unitárias relativas a padrão de geração baixo (50L.d^{-1} e 25gDBO5.d^{-1}), somando 3650 L.d^{-1} (ou ≈ 4m^3.d^{-1}) de esgoto com taxa orgânica total de 1825 gDBO.d^{-1}. O tratamento do esgoto doméstico oriundo da residência foi dimensionado considerando as normas brasileiras (NBR's) vigentes a época do desenvolvimento do trabalho, sendo elas: NBR's nº 8160/1999 (tratamento preliminar – caixa de gordura), nº 7229/1993 (tratamento primário – fossa séptica) e nº 13969/1997 (tratamento secundário – filtro anaeróbio). No dimensionamento do sistema de tratamento terciário com WC foi utilizado o boletim extraordinário publicado pelo grupo Wetlands Brasil em 2018. Cabe salientar que, em abril de 2024, foi publicada nova NBR (nº 17076/2024) que versa sobre dimensionamento de sistemas de tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. Enquanto perspectiva futura, pretende-se reunir materiais e mão-de-obra necessários para construção do sistema sanitário no PET. Após isso, inicia-se a etapa de monitoramento ambiental para avaliação da performance do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Wetlands Construídos; tratamento de esgoto doméstico; residência unifamiliar;

NATURE-BASED SOLUTIONS FOR THE TAINHAS STATE PARK HEADQUARTERS: CONSTRUCTED WETLANDS FOR DOMESTIC SEWAGE TREATMENT

ABSTRACT: This paper presents and evaluates the Nature-Based Solution (NBS) called Constructed Wetlands (WC), as a sanitary system for treating domestic sewage

generated in the residence of the Tainhas State Park (PET). The PET is a Conservation Unit (UC), with an area of 6000ha, located in the rural area of the municipalities of Jaquirana, São Francisco de Paula and Cambará do Sul in the state of Rio Grande do Sul (RS), Brazil. The UC is managed by the State Secretariat of Environment and Infrastructure (SEMA) of the state of RS. In the PET there is a single-family residence with 497m2 used by SEMA as support for activities in the park. The residence has 42 beds distributed in 10 dormitories serving as accommodation for these activities. The system is designed to serve 73 people with unitary contributions relative to a low generation standard (50 L.d-1 and 25 gDBO5.d-1), totaling 3650 L.d-1 (or ≈ 4 m3.d-1) of sewage with a total organic rate of 1825 gDBO.d-1. The treatment of domestic sewage from the residence was dimensioned considering the Brazilian standards (NBR's) in force at the time of the development of the work, namely: NBR's nº 8160/1999 (preliminary treatment - grease trap), nº 7229/1993 (primary treatment - septic tank) and nº 13969/1997 (secondary treatment - anaerobic filter). The extraordinary bulletin published by the Wetlands Brasil group in 2018 was used to design the tertiary treatment system with WC. It is worth noting that, in April 2024, a new NBR (nº 17076/2024) was published, which deals with the design of preliminary, primary, secondary and tertiary treatment systems. As a future perspective, the aim is to gather the materials and labor necessary for the construction of the sanitary system in PET. After this, the environmental monitoring stage begins to evaluate the system's performance.
KEYWORDS: Constructed wetlands; domestic sewage treatment; single-family residence;

INTRODUÇÃO

A disposição não controlada de esgotos no solo é causa de doenças adquiridas pelo contato das mãos, dos pés ou de outras partes do corpo, com o local contaminado. Os dejetos humanos são veículos transmissores de patogênicos de diferentes doenças, entre as quais: febre tifoide e paratifoide, diarreias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Por isso, torna-se indispensável afastar as possibilidades de seu contato com o homem (FUNASA, 2020).

A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública pois os esgotos sem tratamento contaminam a água, os alimentos e o solo. Outra importante razão para gerenciar corretamente os esgotos é a preservação do meio ambiente sendo que, o seu tratamento, é indispensável a manutenção da qualidade de vida e ambiental (BRAGA, 2005).

As principais fontes geradoras de esgotos sanitários, em uma comunidade (urbana/rural) são, basicamente, as edificações existentes nas áreas com suas instalações de sanitários, cozinhas, lavanderias e refeitórios. Muito se avançou no quesito engenharia e tecnologia para levar saneamento básico até essas populações, promovendo o desenvolvimento sustentável (DUBOIS, et al., 2022).

Existe grande preocupação em relação ao grau de tratamento e ao destino final dos esgotos, suas consequências sobre o meio ambiente, sobre a qualidade das águas e seus usos benéficos. Este é um assunto que chama a atenção de engenheiros, especialistas, técnicos e organizações ambientalistas (JORDÃO, 2005).

No meio rural, estima-se que apenas 9% da população rural em todo o mundo está conectado a sistemas de esgotos (KIPNIS, 2020) e que 2,3 bilhões de pessoas não têm acesso aos sistemas de saneamento básico. Uma das alternativas que surgem, a partir da crescente preocupação com essa situação são chamadas de "Soluções Baseadas na Natureza" (SBN) e definidas pela União Internacional Conservação da Natureza (2016) como "ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios ao bem-estar humano e à biodiversidade" (SHIAO, 2020).

Em relação ao tratamento de esgotos, existe a ecotecnologia denominada de Wetlands Construídos (WC), como exemplo de SBN capaz de tratar esgotos de maneira eficaz auxiliando na universalização do saneamento básico. Os WC são sistemas de engenharia projetados para utilizar os processos naturais que envolvem a vegetação, o solo e suas populações microbianas associadas ao tratamento de águas residuárias. Tais sistemas são dimensionados para obter as vantagens dos processos que ocorrem em zonas úmidas naturais, porém, fazendo com que ocorram em um ambiente controlado (WALZBURIECH et al., 2019).

Os custos de implantação desse sistema são relativamente maiores que sistemas tradicionais pois variam de acordo com as condições locais e podem ser influenciados por diversos fatores como: valor da área, transporte do material que compõe, custos de materiais e mão-de-obra, instalação e das mudas (macrófitas). Comparado com tecnologias de eficiência similar, os custos de operação de qualquer tipo de WC são muito mais econômicos e as medidas de operação são muito mais simples (ROTÁRIA DO BRASIL, 2019).

O PET trata-se de uma Unidade de Conservação (UC) criada com o objetivo de proteger os campos e as matas presentes no vale do rio Tainhas, no trecho situado entre os arroios Taperinha e do Junco. O parque abriga matas com araucária, campos e banhados. Ocorre predomínio de áreas campestres (Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas, 2008). O trabalho se propõe a dimensionar o sistema sanitário completo (preliminar, primário, secundário, terciário e disposição final) para tratamento dos esgotos domésticos gerados no PET, contribuindo de forma determinante para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular o de número 6: água potável e saneamento.

ESGOTO DOMÉSTICO E TRATAMENTO

O esgoto é o termo usado para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e outros. Perante a NBR nº 7229/1997, esgoto doméstico é a água residuária gerada no conjunto de atividades de higiene pessoal, limpeza das residências, lavagem de roupas, preparo de alimentos e demais utilidades necessárias a rotina diária de uma moradia.

A matéria orgânica, encontrada nos esgotos domésticos, é um dos principais poluentes de corpos d'água através do consumo de Oxigênio Dissolvido (OD) pelos organismos nos seus processos metabólicos de degradação. (CHERNICHARO, 2008).

A introdução de matéria orgânica em um corpo d'agua resulta indiretamente no

consumo de oxigênio dissolvido e tem sido utilizado tradicionalmente para a determinação do grau de poluição e de autodepuração em cursos d'água. Em relação as características biológicas apresentadas pelo esgoto doméstico destacam-se os microorganismos de águas residuais como, por exemplo, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas. A esse grupo e não menos importante somam-se as bactérias que são responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas estações de tratamento, especialmente em sistemas de SBNs, como os WC (WANG et al., 2022).

TIPOS DE WETLANDS CONSTRUÍDOS

Os WC também denominados de "alagados construídos", "banhados construídos" ou "jardins filtrantes", podem ser definidos como sistemas de engenharia projetados e construídos para utilizar processos naturais envolvidos com vegetação de banhados, solos e as comunidades microbianas, auxiliando no tratamento de águas residuárias de forma controlada e visando potencializar os mecanismos naturais de remoção de poluentes disponíveis (VYMAZAL, 2010; COLARES et al., 2023). A seguir são apresentados os principais tipos de WC existentes: horizontal, vertical e francês.

Wetland Construído de Escoamento Horizontal e Fluxo Subsuperficial (WCHFSS): o efluente a ser recebido provém de um tratamento primário a montante. O escoamento ocorre de forma horizontal na seção longitudinal pelo meio do material filtrante e, após percorrer todo o sistema, é captado por um cano em direção à disposição final. (VON-SPERLING E SEZERINO, 2018).

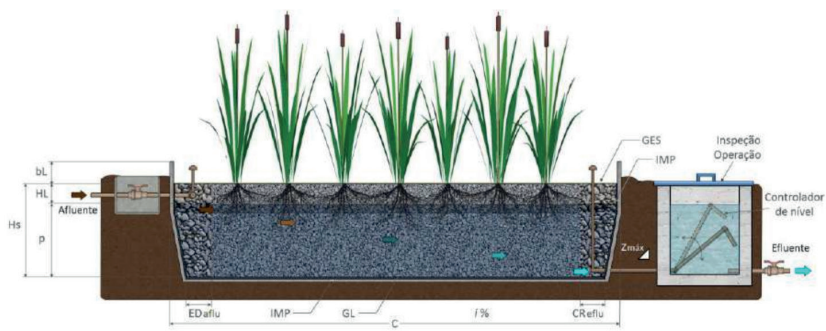


Figura 1 - Wetland Construído de Escoamento Horizontal e Fluxo Subsuperficial (WCHFSS).
Fonte: (SEZERINO *et. Al.,* 2018).

Wetland Construído de Escoamento Vertical e Fluxo Subsuperficial (WCVFSS): o esgoto a ser recebido, provém de um tratamento primário a montante, é distribuído uniformemente sob toda a superfície do sistema. Escoa lentamente para o fundo onde, na base, há um coletor que conduz a água para disposição final. (VON-SPERLING e SEZERINO, 2018).

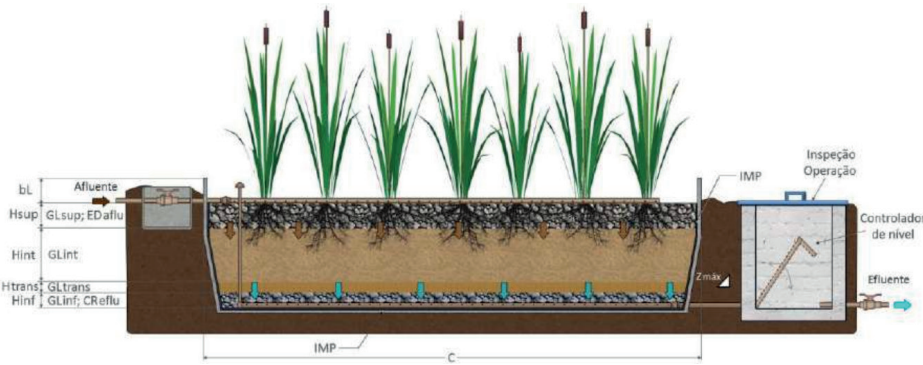


Figura 2 - Wetland Construído de Escoamento Vertical e Fluxo Subsuperficial (WCVFSS)
Fonte: (SEZERINO *et. Al.,* 2018).

Wetland Construído Sistema Francês (WC Francês): composto de dois estágios, o primeiro estágio recebe esgoto bruto (após gradeamento), e o segundo recebe esgoto tratado do primeiro. Ambos estágios possuem em sua composição base, unidades em parelho, operando por ciclos, a primeira com 3 unidades, uma para alimentação e duas para descanso, já o segundo, possui duas, uma para alimentação e uma para descanso, após determinado tempo elas invertem seus usos. Seu funcionamento é por distribuição na superfície e escoamento vertical (VON-SPERLING E SEZERINO, 2018).

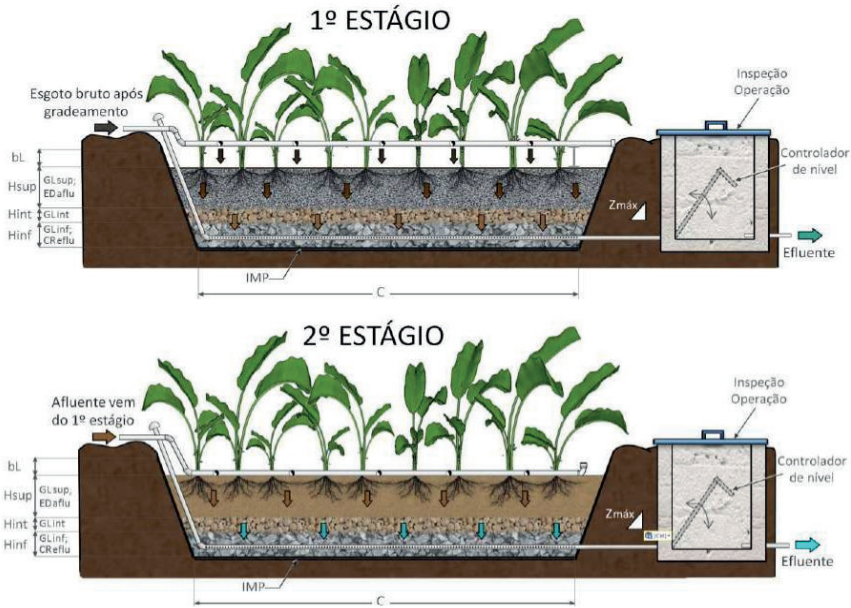


Figura 3 - Wetland Construído Sistema Francês (WC Francês).
Fonte: (SEZERINO *et. Al.*, 2018).

A Tabela 1 compara as eficiências esperadas de cada um dos tipos de WC apresentados anteriormente.

Eficiência de remoção estimada na etapa a montante do WC

Parâmetros físico químicos	Após trat. 1º	Após trat. 2º (baixa eficiência)				
DBO	25 a 35%	60 a 75%				
DQO	20 a 30%	55 a 70%				

Eficiência de remoção estimada no sistema como um todo

Parâmetros físico químicos	WCHFSS		WCVFSS		WC Francês	
	Após trat. 1º	Após trat. 2º (baixa eficiência)	Após trat. 1º	Após trat. 2º (baixa eficiência)	1º estágio	Global (1º e 2º)
DBO	> 85%	> 90%	> 85%	> 90%	> 80%	> 90%
DQO	> 80%	> 85%	> 80%	> 85%	> 75%	> 85%
SS(T)	> 85%	> 90%	> 85%	> 90%	> 80%	> 90%
N Amoniacal	< 40%	< 40%	> 85%	> 90%	> 50%	> 80%
N Total	< 50%	< 50%	< 40%	< 40%	< 40%	< 50%
Fósforo total	< 20%	< 20%	< 20%	< 20%	< 20%	< 30%
Coliformes termotolerantes	1 a 3 un. Log	1 a 3 un. Log	1 a 2 un. Log	1 a 2 un. Log	1 a 2 un. Log	1 a 2 un. Log

Tabela 1 - Faixas esperadas de desempenho considerando os tipos de tratamento.

Fonte: Adaptado de SEZERINO *et. Al.,* 2018.

WC são sistemas descentralizados de saneamento e têm chamado a atenção por vantagens como flexibilidade de expansão de capacidade e eliminação do transporte do esgoto a ser tratado por longas distâncias (LEIGH e LEE, 2019). Outros autores apontam, ainda, como fatores favoráveis: baixo custo, baixo impacto ambiental, disponibilidade local de materiais construtivos, eficiência no cumprimento dos padrões ambientais vigentes e operação simplificada. Essas são algumas das vantagens que podem levar a uma aplicação mais ampla de sistemas de WC (LARSEN et al., 2009).

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A residência sede do PET está localizada próximo ao Rio Tainhas, distante 640 metros ao norte do “Passo do ‘S’”. A residência conta com área total de 497m^2 (Figura 4).

Figura 4: Residência - A) Acesso; B) Banheiro; C) Cozinha; e D) Dormitório.

Fonte: Autora, 2023.

A residência possui 10 dormitórios (97m² de área para alojamento) somando 42 leitos, e ocupação máxima de 73 pessoas. A Tabela 2 apresenta as áreas de cada cômodo que compõe a residência.

Nº	Ambiente	Área (m²)	Nº	Ambiente	Área (m²)
1	Sala Multiuso	112,40	15	Sanitário 2	4,30
2	Depósito 1	85,70	16	Área de serviço / apoio	7,45
3	Churrasqueira	17,60	17	Antessala	20,00
4	Depósito 2	11,70	18	Dormitório 3 (2 leitos)	10,30
5	Depósito 3	8,90	19	Dormitório 4 (4 leitos)	6,85
6	Sala	14,07	20	Dormitório 5 (5 leitos)	9,30
7	Dormitório 1 (6 leitos)	15,45	21	Dormitório 6 (4 leitos)	8,10
8	Hall	10,70	22	Sanitário 3	5,70
9	Copa	7,15	23	Dormitório 7 (3 leitos)	6,50
10	Sala Reuniões	28,00	24	Hall / antessala	9,40
11	Escritório	11,50	25	Dormitório 8 (3 leitos)	6,50
12	Dormitório (4 leitos)	10,60	26	Dormitório 9 (7 leitos)	11,80
13	Sanitário 1	8,15	27	Dormitório 10 (4 leitos)	10,80
14	Cozinha	29,75	28	Varanda	7,80

Tabela 2 – Descrição de área correspondente a cada cômodo da residência.

Fonte: Autora, 2023.

A Figura 5 ilustra a planta baixa da residência sede do PET.

Figura 5 – Planta Baixa da sede do PET na escala 1/250

Fonte: Autora, 2023.

As instalações da residência servem de apoio às atividades de pesquisa, conservação, fiscalização ambiental e ações de manejo da SEMA. Também recebe acadêmicos e pesquisadores que desenvolvam estudos na área do PET.

DADOS PARA O DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento do número de habitantes a serem atendidos pelo sistema de tratamento considerou a lotação máxima de 73 pessoas. Pois, além do número de leitos existentes (42), o local possui capacidade de acomodar mais pessoas para atividades nas salas multiuso, o que configura contribuição diária de esgoto.

O dimensionamento do sistema projeta atender 73 pessoas com contribuições unitárias relativas a padrão de geração baixo (50L.d^{-1} e 25gDBO5.d^{-1}), somando 3650 L.d^{-1} (ou ≈4m^3.d^{-1}) de esgoto com taxa orgânica total de 1825 gDBO.d^{-1}. O sistema primário e secundário considera tempo de limpeza anual, apresentando as seguintes constantes: taxa de acumulação de lodo (k=94); contribuição de lodo fresco (Lf=0,2) e tempo de detenção hidráulica (tdh=0,83d).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, apresenta-se a Tabela 3 com o detalhamento do memorial descritivo dos cálculos utilizados, indicando as dimensões (em volume e/ou área) dos elementos constituintes de cada nível do sistema sanitário (caixa de gordura, fossa séptica, filtro anaeróbio, WC e vala de infiltração).

Nível tratamento	Elemento constituinte	Cálculo utilizado	Resultado
Preliminar	Caixa de gordura	V=2N+20	V=166L (NBR recomenda o dobro) V=332L
Primário	Fossa Séptica	$V=1000+N(C.T+K.L_f)$	V= 5402 L ou 5,5m³
Secundário	Filtro Anaeróbico	$V_u=1,6.N.C.T$	V_u=4847L ou 4,8m³
Terciário	Carga (esgoto bruto) DBO	C=Carga per capita x População	C=1825gDBO.d
	DBO efluente	$Carga_{DBOeflu.}$=1.825g/ DBO.D x [1-75%]	$Carga_{DBOeflu.}$=456,25 gDBO.d
	Área superficial pela taxa de aplicação orgânica	A=456gDBO/d 20gDBO/ m².d	A=22,81m²
	Taxa de aplicação hidráulica	T_{resul}= 4m³/ d 22,80m²	T_{resul}=0,175m³m².d^{-1}
	Área superficial pela taxa de aplicação hidráulica	$A_{super.\ requer.}$ = 4m³/d 0,175m³m².d^{-1}	$A_{super.\ requer}$=22,85m² (m³.d) /
	Área recomendada + segurança	A = 22,8 + 10%	A ≈ 25m²
Disposição final	Vala de Infiltração	$L=C.N/TAXA_{aplicação}$	L=36,5m² (NBR recomenda o dobro) Área recomendada = 73m²

Tabela 6 – Memorial descritivo do dimensionamento.

Fonte: Autora, 2024.

O dimensionamento das etapas de pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento terciário e disposição final, seguiram, respectivamente, as normativas e orientações das NBR's: nº 8160/1999, nº 7229/1993, nº 13969/1997 e Boletim Extraordinário Wetlands Brasil.

O sistema dimensionado está composto por: tratamento preliminar (caixa de gordura de, no mínimo, 166L), tratamento primário (reator anaeróbio de fluxo ascendente de 5,5m³), tratamento secundário (filtro anaeróbio de fluxo ascendente de 4,8m³), tratamento terciário (WCVFSS de 25m²) e disposição final (vala de infiltração de, no mínimo, 36m²). Os elementos constituintes que compõem o sistema sanitário somam em área total, aproximadamente, 80m². O tempo de detenção hidráulica no sistema é de, aproximadamente, 6 dias. As caixas de inspeção (175L) projetadas, também servem para homogeneização (equalização) das águas residuárias.

As características gerais de projeto incluem a impermeabilização com geomanta têxtil; geomembrana polimérica de 0,8mm; tubos com diâmetro nominal de 75mm (caixa de gordura) e 100mm (fossa séptica e filtro anaeróbio) para condução e distribuição dos efluentes gerados na residência até o sistema.

Como meio suporte no WCVFSS será utilizado, na cota de altura superior 20cm de brita com granulometria nº 2, na cota inferior 30cm de brita com granulometria nº 2 e na cota intermediária 30cm de brita de granulometria nº 1. Somado a isto tem-se, ainda, a altura de borda livre de 20cm, totalizando uma profundidade total de 1m. Em relação a inserção das plantas serão introduzidos 5 exemplares por metro quadrado. A espécie dessas plantas será selecionada com critério por tratar-se de uma UC.

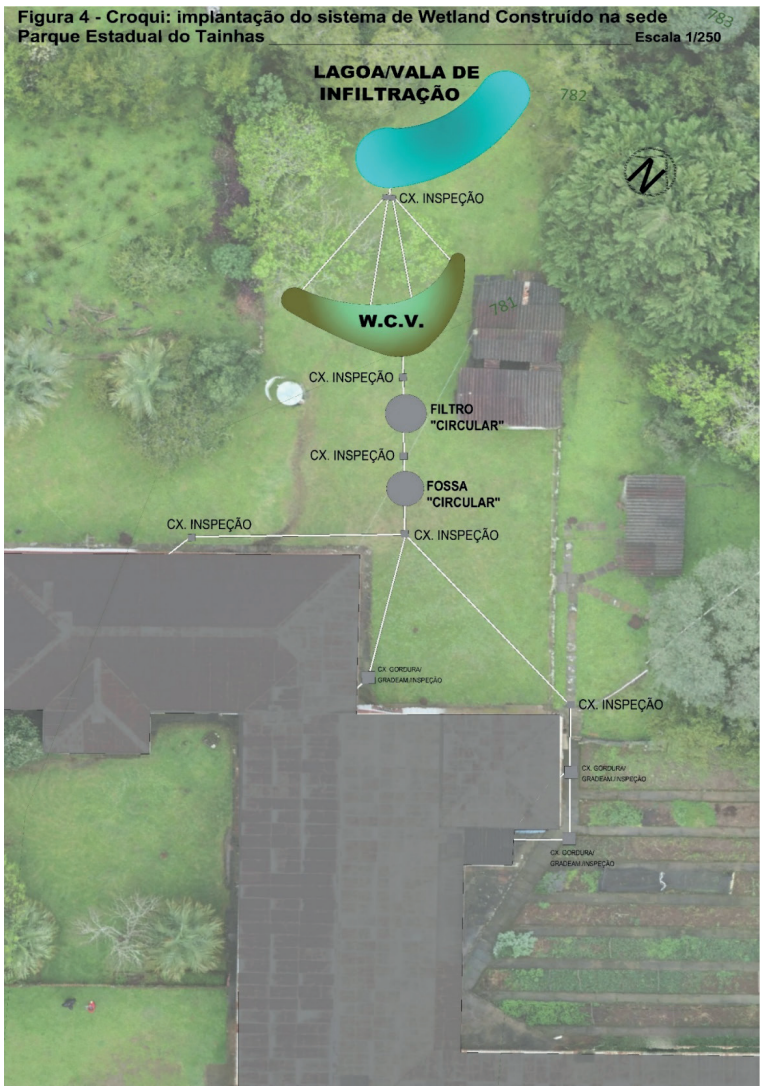


Figura 6 – Croqui disposição do sistema sanitário da sede do PET na escala 1/250.

Fonte: Autora, 2023.

Uma vez dimensionado o sistema, tem-se enquanto perspectiva futura juntamente com a SEMA, realizar a aquisição de materiais e mão-de-obra necessárias à execução do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema sanitário para o PET é composto por tratamento preliminar (caixas de gordura), primário (fossa séptica), secundário (filtro anaeróbio), terciário (WCVFSS) e disposição final (vala de infiltração), e está dimensionado para atender 73 pessoas.

Espera-se atingir as eficiências de remoção apresentadas na Tabela 1: 90% para DBO; 85% para DQO; 90% para sólidos totais; 90% para nitrogênio amoniacal; 40% para nitrogênio total; 20% para fósforo total; e redução de coliformes termotolerantes na ordem de 1 a 2 unidades logarítmicas. A partir da instalação do sistema iniciar-se-á a etapa de monitoramento ambiental e avaliação da performance do sistema.

O WCVFSS para o tratamento de esgoto doméstico na sede do PET está projetado para ser localizado próximo da edificação, economizando com tubulações para direcionamento do efluente até o sistema e trazendo a possibilidade de evidenciar seu caráter educativo.

O sistema contribui significativamente para melhoria da qualidade das águas servidas, com a possibilidade de seu reuso. Utilizar WC no tratamento de esgoto doméstico auxilia no atendimento dos ODS, em especial o de número 6.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – projeto e execução. Rio de Janeiro. 1999.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 17076: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos. Rio de Janeiro. 2024.*

BRAGA J., BENEDITO, P. F. et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall. 2ª Edição, 2005.

CHERNICHARO C. A., NOUT A., VOLSCHAN I. e GOLÇALVES R. F.. *Processos de tratamento de esgotos: guia profissional em treinamento: nível 2. Ministério das cidades. Secretaria de Saneamento Ambiental (org.). Brasília. 2008. 118p.*

COLARES, G. S., Dell'Osbel, N., Barbosa, C. V., Lutterbeck, C., Oliveira, G. A., Rodrigues, L. R., Bergmann, C. P., Lopez, D. R., Rodriguez, A. L., Vymazal, J., & Machado, E. L. (2020). Floating treatment wetlands integrated with microbial fuel cell for the treatment of urban wastewaters and bioenergy generation. Science of the Total Environment, 142474. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142474

DUBOIS, V.; FALIPOU, E.; BOUTIN, C. *Quantification and qualification of the urban domestic pollution discharged per household and per resident. Water Science and Technology*, v. 85, n. 5, p. 1484–1499, Disponível em: https://iwaponline.com/wst/article/85/5/1484/87065/Quantification-and-qualification-of--the-urban Acesso em: 18 fev. 2022.

FUNASA, Brasília, 2020. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 5ª Edição.

JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A.. *Tratamento de esgotos domésticos. 4ª ed. Rio de Janeiro, 2005. 932p.*

KIPNIS T. e CASTRO P. B. *A Relevância do Esgotamento Sanitário Descentralizado e Sistemas Baseados no Manejo do Lodo Fecal. São Paulo, 2020.*

LARSEN, TA, Alder, AC, Eggen, RIL, Maurer, M., Lienert, J., 2009. Source separation: will we see a paradigm shift in wastewater treatment? Environment. Science. Technology. 43, 6121–6125.

LEIGH, N.G., Lee, H., 2019. Sustainable and resilient urban water systems: the role of decentralization and planning. Sustainability 11, 918.

ROTÁRIA DO BRASIL. *Tecnologia Wetland e seu potencial – Oportunidades e Precauções. Disponível em: <https://brasil.rotaria.net/tecnologia-wetland-e-seu-potencial-oportunidades-e-precaucoes/>. Acessado em: 15/09/2024.*

SEZERINO, P.H. et al. *Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. Eng Sanit Ambient., v.20 n.1, Brasil, 2015.*

SHIAO T., KAMMEYER C., BRILL G., FEINSTEIN L., MATOSICH M., VIGERSTOL K. e ZANTOP C.M. *Avaliando os benefícios das Soluções Baseadas na Natureza para o planejamento de bacias hidrográficas. (Business Case for Nature-Based Solutions: Landscape Assessment.) Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California. 2020. 72p. Disponível em: <www.ceowatermandate.org/nbs/landscape >.*

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P.H. *Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. Documento de consenso entre pesquisadores e praticantes. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, 2018. 65 p. ISSN 2359-0548. Disponível em: <http://gesad.ufsc.br/boletins/>. Acessado em: 01/07/2024.*

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade dtis águas e ao tratamento de esgotos. - 2.ed Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.*

VYMAZAL, J. Constructed *Wetlands* for wastewater treatment**.** *Water*, Vol. 2, n. 3, p. 530-549. 2010.

WALZBURIECH L., SCHROEDER A., SEZERINO P. *Aplicabilidade da ecotecnologia dos wetlands construídos no tratamento de esgoto de forma descentralizada nos campi da UFSC. GESAD/UFSC, 2019.*

WANG, J. et al. A Review on Microorganisms in Constructed Wetlands for Typical Pollutant Removal: Species, Function, and Diversity. Frontiers in Microbiology, v. 13, 5 Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35450286/ Acesso em: abr. 2022.

A RELAÇÃO ENTRE OS CULTOS DA WICCA E O MEIO AMBIENTE

Derek de Alencastro Zarruq

Vanessa Karine Spindler

RESUMO: Este artigo discute as relações entre a espiritualidade e o meio ambiente a partir da história recente, exemplos e referências do culto Wiccano. O foco principal encontra-se nas práticas da Roda do Ano, presente também em outras religiões pagãs, e sua relação com o ambiente. Cultos africanos, europeus, brasileiros e de diversas outras origens serão brevemente apresentados com fontes literárias e através de uma entrevista com uma sacerdotisa do Coven Irmandade Lua Mística. São abordados, com foco, os ritos do calendário Wiccano, o qual busca interagir com respeito à Terra e aos seres dentro do contexto natural.

PALAVRAS-CHAVE: Paganismo, Meio ambiente, Wicca, Espiritualidade.

THE RELATIONSHIP BETWEEN WICCA CULTS AND THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: This article discusses the relationships between spirituality and the environment based on recent history, examples, and references of Wiccan worship. The main focus is on the practices of the Wheel of the Year, which is also present in other pagan religions, and its connection to the environment. African, European, Brazilian, and various other cultural practices will be briefly presented with literary sources and through an interview with a priestess from the Coven Brotherhood of the Mystic Moon. The Wiccan calendar rites are examined, emphasizing the importance of interacting with respect for the Earth and all beings within the natural context.

KEYWORDS: Paganism, Environment, Wicca, Spirituality.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, a natureza ocupa espaço de representação das divindades. Diferentes culturas, dos tempos mais ermos, em que a crença nos

fenômenos naturais estava relacionada à uma força divina e criadora, até os dias atuais em que os cultos associam tais manifestações ao divino. Como exemplo disso, para os Nórdicos o trovão representava o Deus Thor. Nos cultos Iorubás os rios e cachoeiras representam a orixá Oxun.

Neste contexto, a relação entre espiritualidade e meio ambiente tem ganhado cada vez mais atenção no debate sobre sustentabilidade e conservação. Algumas tradições religiosas, como a Wicca, cultos afro-brasileiros e o cristianismo, apresentam abordagens distintas, mas igualmente impactantes em relação à natureza e à proteção do ecossistema. É notável que os cultos, sejam eles politeístas (aqueles que cultuam mais de um Deus) ou monoteístas (aqueles que cultuam um Deus único), têm uma grande relação com o meio ambiente. Tal relação se mostra de diferentes formas, como, por exemplo, pelo uso de plantas e animais em ritos ou pelo sincretismo que associa divindades diversas às plantas e animais com os quais convivemos.

A questão cultural desempenha um papel fundamental no contexto da religião e da preservação ambiental, uma vez que as práticas espirituais e crenças de diferentes comunidades muitas vezes refletem uma profunda conexão com a natureza. Muitas tradições religiosas incorporam elementos que promovem o respeito e a veneração pela Terra, reconhecendo-a como um ente sagrado que sustenta a vida. Esse vínculo cultural não apenas enriquece a espiritualidade dos indivíduos, mas também fornece uma base ética para a conservação. À medida que as culturas se adaptam e evoluem, é de suma importância que a sabedoria ancestral e os conhecimentos tradicionais sejam valorizados e integrados nas práticas contemporâneas de preservação. Assim, a ponte entre cultura, religião e meio ambiente pode servir como um incentivo para a promoção de ações sustentáveis e a proteção dos ecossistemas, garantindo que as futuras gerações herdem um planeta minimamente saudável.

A Wicca, com suas raízes em práticas pagãs e uma forte conexão com os ciclos naturais, promove uma visão de reverência e respeito pela Terra, incentivando práticas sustentáveis e a harmonia com o mundo natural. Por outro lado, o cristianismo, embora frequentemente associado a uma interpretação de domínio sobre a natureza, também possui correntes que enfatizam a relevância e a responsabilidade ética de cuidar da criação. Este artigo explora como essas tradições influenciam a percepção e a ação em relação ao meio ambiente, destacando suas semelhanças, diferenças e potencial de colaboração em prol de um futuro mais sustentável.

Este artigo aborda essas discussões a partir de vivências e entrevista informal com uma sacerdotisa da religião Wicca.

CALENDÁRIO BIODINÂMICO

Ao explorar as origens de algumas práticas ligadas ao passado, talvez a mais popular até os dias de hoje seja o estudo da Astrologia. Datada do segundo milênio AC (antes de Cristo), essa teoria procura explicar a relação entre o movimento dos principais planetas do nosso sistema solar e sua influência na vida cotidiana. Uma destas influências, sem dúvida, está relacionada à agricultura, tendo em vista que o movimento de alguns corpos celestes provoca alterações na forma como se comportam as marés, a seiva das plantas e demais elementos presentes no meio ambiente. O período favorável para plantio, colheita, reprodução animal e outras práticas da vida cotidiana estão diretamente ligadas ao movimento das estações do ano que, segundo Rudolf Steiner (1924), por sua vez, acompanham o movimento da Terra no sistema solar.

Um exemplo da utilização da Astrologia como um guia de cultivo e convívio com o meio ambiente é a Agricultura Biodinâmica. Este método de cultivo e reprodução animal data de 1924, quando Rudolf Steiner classificou a prática como uma atividade do ramo da antroposofia. De acordo com Vidolin (2017 *apud* CI Orgânicos, 2017), chef do Restaurante Leão Vermelho em São João da Boa Vista, "a filosofia mais ampla se chama antroposofia. Ela abrange várias áreas do conhecimento. A agricultura biodinâmica é um ramo da antroposofia". Vidolin (*apud* CI Orgânicos, 2017, n. p.) complementa que,

> No caso da agricultura, é entender de maneira mais profunda quais são as relações do homem, da terra e da existência. Ele pega todo o conhecimento folclórico dos povos europeus e aplica na agricultura.
>
> Nós dividimos tudo por quatro: água terra, fogo e ar. Os signos de água são mais propícios para plantas que a gente vai usar o caule. Os de terra, as raízes; os de fogo, as frutas; e os de ar, as folhas e as flores

Significa dizer que esta forma de conhecimento une aspectos de diversos níveis da relação entre o ser humano e o meio, como o físico, o mental e o espiritual. Nesta teoria, há uma sincronia entre o indivíduo, o meio e os astros. São elencados fatores como os quatro elementos, os doze signos do zodíaco e os corpos celestes que, conforme a teoria, estão relacionados entre si.

É notório que na agricultura há espécies que demandam condições específicas do ambiente para a sua existência, reprodução e colheita. Dentro do pensamento astrológico, cada signo pertence a um dos quatro elementos básicos (ar, terra, fogo e água), e estes se relacionam com a época do ano em que há a regência de cada um deles. Os signos solares conhecidos possuem relação com a constelação que está alinhada ao sol naquele período do ano. Um exemplo prático de Agricultura Biodinâmica é utilizar os períodos regidos por signos de água para o plantio ou colheita de plantas que utilizem os caules. Para os períodos regidos pelos signos de terra, as raízes; os de fogo, as frutas; e os de ar, folhas e flores.

Segundo os princípios de Steiner (1924), a semeadura sempre é feita em períodos de lua nova, por entender que o movimento de concentração do solo e a energia das sementes, nesta fase, estão direcionados para o interior. Durante a fase da lua crescente, a planta, em teoria, estaria favorável para o crescimento. Durante a fase de lua cheia, a planta

estaria em sua plenitude, e quando, em sequência, a lua estiver minguante, seria a fase perfeita para colheita. Os adeptos deste método afirmam que diversos são os benefícios de seguir o calendário biodinâmico. Entre eles, há o aumento na produção, a dispensa de agrotóxicos, o sabor e o vigor melhorados a cada colheita. Neste sentido, o consultor Rene Piemonte (*apud* Betemps, 2015, n. p.), em entrevista para o site da Embrapa, conta que a agricultura biodinâmica é um dos mais antigos tipos de agricultura e que tem vários locais que a praticam, tornando-se um expoente no mundo.

Segundo Alexandre Harkaly, diretor da Qima IBD, entidade responsável por certificar a produção, a prática agrícola sustentável, apresentada pelo filósofo Rudolf Steiner, no Brasil, tem São Paulo como um dos locais onde se pratica a agricultura biodinâmica de maneira mais intensa, e depois, o município de Sentinela do Sul, no Rio Grande do Sul, que trabalha com arroz biodinâmico, que se destaca no cenário nacional.

A prática é bem-vista nos meios de agroecologia, por tratar-se de uma conduta orgânica e benéfica ao meio ambiente, uma vez que os produtores realizam a produção de suas próprias sementes, fertilizantes e demais insumos necessários para a colheita de seus alimentos.

RELIGIÕES DE MATRIZ AFRICANA

Outro bom exemplo de interação entre o indivíduo e o meio ambiente, relacionado aos cultos e práticas religiosas utilizadas até os dias de hoje, encontra-se na matriz africana, bastante presente também no Brasil. Umbanda, Candomblé, Quimbanda e outros utilizam as ervas para realizar a conexão com as divindades presentes em cada uma delas.

Os cultos da Umbanda são caracterizados pela interação com os Orixás, entidades que representam as forças da natureza e estão ligadas aos quatro elementos fundamentais: água, terra, ar e fogo. Através do culto aos Orixás, umbandistas entendem que os elementos naturais são pertencentes a estas manifestações espirituais e, portanto, demonstram profundo respeito com o meio ambiente e percebem a importância da relação entre os seres humanos e a preservação ambiental. Atualmente, a Federação Afro-Umbandista e Espiritualista do Rio Grande do Sul (FAUERS) possui estudos e práticas que procuram estreitar o laço destes cultos às práticas de sustentabilidade ambiental através das religiões. No ano de 2014, foi lançado o livro “Umbanda e Meio Ambiente” do escritor Ronaldo Antonio Linares, pela editora Ícone. Segundo Linares (2008, p. 6), “o umbandista não precisa de uma catedral como só o gênio humano é capaz de construir. Ele só precisa de um pouco de natureza, como só Deus foi capaz de criar”.

Dentro destes sincretismos, os recursos naturais são utilizados como chaves para a conexão com as divindades. Cada Orixá representa uma força da natureza (cachoeiras, oceanos, florestas, tempestades etc.) e possui suas próprias ervas que são utilizadas em banhos, chás ou para queima e defumação.

Há também uma questão controversa no que diz respeito ao sacrifício de animais, realizado em alguns cultos como Quimbanda, Omolokô e outros. No artigo intitulado Sacrifício de animais e rituais de religiões de matriz africanas, Robert (2008) destaca que

> A Constituição da República garante a liberdade religiosa como direito e garantia fundamental, positivando o princípio em seu art. 5º, VI. O texto constitucional também protege a manifestação da cultura afro-brasileira, indígena e popular no art. 215 §1º. Por outro lado, a Carta Magna protege a fauna e a flora vedando às práticas que submetam os animais a crueldade (art. 225 §1,VII). Estamos diante de um caso de colisão de princípios, deve-se então desenvolver o tema, ponderando os valores colidentes, para saber qual dos princípios deverá preponderar**.**

O tema gera debate. Pela visão dos praticantes destes cultos, os animais são sacrificados em diversos outros contextos, como nos matadouros para o comércio da carne. A crença de que os animais que passam pelo sacro ofício em ritos que sincretizam a carne e o sangue com as representações alegóricas da matéria, são parte de uma prática respeitosa, defendida pelos praticantes. Já a crueldade com que alguns órgãos de proteção aos animais enxergam tal ato, faz com que a discussão entre certo e errado seja cada vez mais presente na sociedade.

CRISTIANISMO

A relação entre os cultos monoteístas e a preservação ambiental se faz presente desde as associações das plantas com os santos, no caso do catolicismo, até a ideia de que a Terra abriga toda a criação do divino. O Cristianismo tem uma relação complexa com o meio ambiente e varia entre diferentes tradições e interpretações. Muitos cristãos defendem a natureza como uma criação divina, o que implica em uma responsabilidade de cuidar e preservar o ambiente, como evidenciado em passagens bíblicas que falam sobre o domínio e a mordomia da Terra.

A criação do ser humano como ação posterior à existência dos demais seres é mencionada no livro de Gênesis, no Antigo Testamento da Bíblia. Em Gênesis 1:26-28, está escrito que Deus criou o homem à Sua imagem e semelhança, e que Ele deu ao homem domínio sobre os outros seres vivos. Essa passagem destaca a posição especial do ser humano na criação e sua responsabilidade de governar sobre a terra e todas as criaturas.

> 26 E disse Deus: Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança; e tenha ele domínio sobre os peixes do mar, e sobre as aves dos céus, e sobre os animais, e sobre toda a terra, e sobre todo réptil que se move sobre a terra.
>
> 27 E criou Deus o homem à sua imagem; à imagem de Deus o criou; macho e fêmea os criou.
>
> 28 E Deus os abençoou; e Deus lhes disse: Frutificai e multiplicai-vos, e enchei a terra, e sujeitai-a; e dominai sobre os peixes do mar, e sobre as aves dos céus, e sobre todo animal que se move sobre a terra.

Neste contexto, há ao menos duas interpretações. A primeira, de que o ser humano fora criado para governar e proteger as demais formas de vida, já a segunda é de que o homem é soberano e fora criado para decidir o destino das demais espécies.

Nos últimos anos, tem havido um movimento crescente dentro do Cristianismo que enfatiza a "teologia da criação", defendendo que cuidar do planeta é um dever espiritual. Essa perspectiva destaca a conexão entre todas as criaturas e a importância de um desenvolvimento sustentável. No entanto, a relação também enfrenta desafios, como a exploração dos recursos naturais e a negligência em questões ambientais. Assim, muitos líderes e comunidades cristãs estão se mobilizando para promover a justiça ambiental e a conservação, confirmando que a saúde do planeta está ligada ao bem-estar da humanidade.

RELIGIÃO NEOPAGÃ WICCA

É possível que a Wicca seja a religião neopagã da atualidade com maior apelo às interações entre o indivíduo e o meio ambiente. Fundada em meados do século XX por Gerald Gardner (1884-1964), este culto carrega princípios de respeito e preservação em todos os aspectos de seus ritos. No cerne de suas crenças, os praticantes da Wicca entendem o planeta Terra como o corpo da Deusa. Desta forma, todos os elementos da natureza são manifestações físicas deste corpo. A seguir, explora-se as relações entre a Wicca e a Ecologia.

A religião Wicca e a Ecologia

Embora a Wicca seja uma tradição espiritual moderna, tem uma relação intrínseca com a natureza e o meio ambiente. Em várias manifestações, a Wicca demonstra amor e respeito pela Terra e todos os seus habitantes. Gerald Gardner, fundador da Wicca moderna, reflete em seu Livro das Sombras a conexão entre a religião e a natureza quando afirma que "A Wicca ensina que a Terra é sagrada, que devemos respeitar a natureza e viver em harmonia com o mundo ao nosso redor" (Gardner, 2022, p. 19).

Essa perspectiva enfatiza a importância da ecologia e do respeito pela vida em todas as suas formas, um princípio que deve ser interiorizado por todos os praticantes desta religião. No mundo contemporâneo, em que as questões ambientais estão no foco dos debates a nível mundial, a Wicca fornece uma perspectiva e uma prática que promove a harmonia entre o ser humano e o mundo natural. Em primeiro lugar, a Wicca baseia-se em uma série de princípios que exigem o respeito à natureza, sendo este o mais comum deles: "tudo o que fazes retorna para ti, triplicado", o que significa que as ações têm consequências diretas, o que incentiva as pessoas a cuidarem do ambiente em que vivem. Segundo BEZERRA (2017), além de vivenciar o verdadeiro sentido do religar-se, através da magia às energias que geram poder nos ritos, o propósito de celebrar os ciclos da natureza está relacionado aos cultos às divindades que eram repetidos anualmente para vivenciar os mitos.

Por outro olhar, a Wicca não considera a natureza como um objeto, mas como um ser sagrado que deve ser respeitado e protegido. Ainda sobre a relação da Wicca com a ecologia,

Gerald Gardner destaca, em seu livro "*Witchcraft Today*" (1958, p. 19), que "a verdadeira bruxa é uma guardiã da natureza, e a prática da Wicca envolve um profundo respeito pelo meio ambiente". Essa fala ilustra como a Wicca valoriza a natureza e a interconexão entre todos os seres. Muitas divindades veneradas são personificações da natureza, como, por exemplo, a "Deusa Terra", que representa a fertilidade, a abundância e a vida.

As celebrações da Wicca, por sua vez, estão conectadas às estações do ano e às fases da lua, alinhando os rituais aos ritmos naturais da Terra. A celebração dos *Sabbaths* é feita duas vezes por estações e celebra os pontos de virada das estações. Durante estes rituais, os adeptos costumam apresentar ofertas e agradecem a abundância que a Terra fornece.

Ainda, a Wicca promove práticas sustentáveis, os Wiccanos tendem a cultivar seus jardins organicamente, reciclar e usar materiais naturais para os seus rituais. Além disso, a necessidade de proteger a biodiversidade e os *habitats* naturais está se tornando mais proeminente. Novamente, este é um exemplo de como os ensinamentos Wiccanos se refletem na prática da vida.

Nos últimos anos, a comunidade Wicca demonstrou um ativismo ambiental notável. As conexões entre espiritualidade e ação social tornaram-se visíveis, e exemplos de reflorestamento, limpeza da praia e campanhas de mudanças climáticas patrocinadas pelos Wiccanos são promissores. Dessa forma, os Wiccanos expressam seu cuidado e compromisso para com a vida na Terra. No entanto, existem desafios significativos à vista. A Wicca moderna tem sido criticada por suas práticas de consumo, e, apesar da mentalidade ecológica, usos excessivos de recursos e produtos mágicos tornam a prática antiecológica. Portanto, é essencial que a comunidade Wicca continue a evoluir e mantenha um equilíbrio entre respeitar seus ensinamentos espirituais e comprometer-se com seus ideais. Com base nesse conhecimento, a Wicca moderna oferece uma visão rica e gratificante da espiritualidade que é igualmente adequada para ambientes urbanos modernos e impulsionada pela tecnologia do século XXI. A concepção da natureza como um fenômeno divino e a necessidade de interação harmoniosa ajudam os Wiccanos a aproveitarem cada momento de suas vidas.

A seguir, aborda-se o conceito de "Roda do Ano", seção em que as comemorações dos *Sabbaths* serão abordadas, de modo a aproximar esses eventos da escrita aqui proposta.

Roda do Ano

A Roda do Ano é um dos conceitos centrais da Wicca, que captura os ciclos naturais das estações e os festivais através dos quais se celebram as tradições. Oito *Sabbaths* compõem a Roda do Ano e eles agem como guias espirituais e rituais para prática dos adeptos que desejam se conectar melhor com a natureza e a dívida interna dessa mesma conexão. Por conta da oposição dos hemisférios, existe diferença entre as celebrações no Hemisfério Sul e Norte, onde cada estação do ano é inversa entre eles, e são elas que balizam cada celebração dos *Sabbaths*, os quais são associados a significados específicos e rituais que refletem várias manifestações da essência da natureza, por exemplo, mudanças das estações do ano, a fertilidade da Terra e o divino. Algumas celebrações do calendário

cristão têm sua origem nas antigas práticas que inspiram os rituais contemporâneos, como o Natal, a Páscoa, entre outros. Os oito *Sabbaths* da Roda do Ano dividem-se em dois tipos principais: festivais solares e festivais sazonais. A seguir, realiza-se uma breve explicação sobre cada um deles.

- *Samhain* (1 de outubro a 1 de novembro) – É o Ano Novo Wiccano e um dos mais importantes *Sabbaths* do calendário pagão, marcando o final da colheita e o início do inverno. Este festival é visto como um momento de conexão entre os mundos dos vivos e dos mortos, quando as barreiras entre eles se tornam mais próximas. Durante o *Samhain*, muitas tradições incluem acender fogueiras, fazer oferendas e realizar rituais para homenagear os ancestrais. A festividade também inspira reflexões sobre a vida, a morte e a renovação, simbolizando o ciclo eterno da existência. É uma época de celebração e reverência, em que se busca entender a continuidade da vida através das memórias. É associado à celebração de Halloween, conforme representado na Figura 1.

Figura 1 – Representação do Samhain

Fonte: Silva (2024).

- *Yule* (21 de dezembro) – É o *Sabbath* que comemora o retorno da luz após os dias mais curtos do ano. Historicamente, marca o renascimento do Sol e é um tempo de celebração, esperança e renovação. As festividades incluem acender velas e lareiras, simbolizando a luz que começa a ressurgir na escuridão do inverno. Elementos como a árvore de *Yule*, guirlandas e o presente de pequenas ofertas refletem a generosidade e a conexão com a natureza. *Yule* é um momento de reunir família e amigos, celebrar a vida e refletir sobre o ciclo contínuo da natureza, enquanto se acolhe a promessa de novos começos. Inspira algumas práticas natalinas, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Representação do Yule
Fonte: Ardantane (2022).

- *Imbolc* (2 de fevereiro) – É um *Sabbath* que marca o meio do inverno e a promessa da chegada da primavera. Tradicionalmente, é uma festividade dedicada à deusa Brigid, que simboliza a fertilidade, a inspiração e a cura. Durante o *Imbolc*, as pessoas acenderam velas e fogueiras, representando a luz que começa a retornar à Terra. É um momento de purificação e renovação, onde se celebra a força das sementes que estão germinando sob a terra, convidando à reflexão sobre a resiliência. A Figura 3 representa esse momento.

Figura 3 – Representação do Imbolc
Fonte: Contos de Todos os Cantos (2023).

- *Ostara* (entre 19 e 20 de março) – É realizado durante o equinócio da primavera e simboliza a renovação e o renascimento da vida. Nomeado em homenagem à deusa anglo-saxônica da primavera, este festival marca a igualdade entre o dia e a noite, quando a luz começa a prevalecer sobre a escuridão. As celebrações de *Ostara* incluem a decoração de ovos, tal qual a celebração cristã de Páscoa, que representam fertilidade e novos começos, além de rituais de plantio e a adubação da terra para o crescimento das próximas colheitas. É um momento de alegria e esperança, no qual se celebra a fertilidade da Terra e se expressa gratidão pela abundância que está por vir, convidando todos a refletirem sobre seus próprios objetivos, conforme representado na Figura 4.

Figura 4 – Representação do Ostara

Fonte: Caminhos para a Felicidade (2023).

- *Beltane* (1º de maio) – É um *Sabbath* que marca o início do verão e a celebração da fertilidade. Com raízes nas tradições celtas, este festival é uma época de celebrar a paixão. São acesas fogueiras para purificar e proteger os rebanhos e as colheitas. As festividades incluem danças ao redor do mastro de maio, simbolizando o crescimento e a abundância, e a celebração da união entre o masculino e o feminino. *Beltane* é também um momento de renovação, em que se honram os ciclos da natureza e se promove a criatividade, convidando todos a se conectarem com a energia vibrante da estação, conforme representado na Figura 5.

Figura 5 – Representação do Beltane

Fonte: Herrleinn (2024).

- *Litha* (21 de junho) – É um *Sabbath* que celebra o dia mais longo do ano e a plenitude do verão. Também conhecido como *Midsummer*, é um momento de alegria, abundância e conexão com a natureza. As festividades costumam incluir fogueiras, danças e rituais para honrar o sol, que representam a força vital e a criatividade. Durante *Litha*, as pessoas refletem sobre a luz que brilha em suas vidas, celebrando as colheitas que já amadureceram. É um tempo para manifestar interesses, agradecer pelas vitórias e se conectar com a sabedoria ancestral. Algumas práticas celebradas na Festa Junina têm inspiração neste *Sabbath*, conforme representado na Figura 6.

Figura 6 – Representação do Litha

Fonte: Tumblr (2024).

- *Lamas* ou *Lughnasadh* (1º de agosto) – É um *Sabbath* que marca o início da colheita, simbolizando a gratidão pela abundância do sol de verão. Também conhecido como *Lughnasadh*, em homenagem ao deus celta Lugh, é uma celebração da fertilidade da terra e do trabalho dos agricultores. As tradições incluem a preparação de pães feitos com os primeiros grãos colhidos, além de rituais de agradecimento e festividades comunitárias, como danças e jogos. Lamas é um momento de união, no qual as pessoas se reúnem para homenagear a generosidade da natureza e refletir sobre as vitórias recebidas. A Figura 7 traz uma representação desse evento.

Figura 7 – Representação do Lamas

Fonte: Stock Adobe (2024).

- *Mabon* (21 de setembro) – Marca a colheita e a transição da abundância do verão para a introspecção do inverno. É um momento de gratidão pelas riquezas da terra e pelo trabalho realizado ao longo do ano. As celebrações costumam incluir rituais de agradecimento, a colheita de frutas e grãos, e a partilha de refeições com amigos e familiares. *Mabon* também é uma oportunidade para refletir sobre o equilíbrio entre luz e escuridão, honrando a mudança das estações e a sabedoria que vem com a maturidade e contemplação, preparando-se para o ciclo que se aproxima. A Figura 8 representa esse ritual.

Figura 8 – Representação do Mabon

Fonte: Etsy (2024).

Em conversa, em maio de 2024, a sacerdotisa Wicca Anabella Freitas afirma que

> Compreender o movimento da natureza durante as celebrações dos Sabbaths é também entender a influência do nosso meio com nossas ações, desafios e objetivos na vida.
>
> Sempre que estamos em consonância com o meio, temos maiores chances de sucesso nos objetivos. Você não vai plantar tomates na rua durante o inverno do RS. Você precisa compreender o movimento da Terra, do Sol, dos ventos... (Freitas, 2024)[1].

Com essa fala da sacerdotisa, é possível entender que os festivais Wiccanos possuem relações diretas com a natureza e o cuidado dela. Sendo, portanto, repletos de subjetividade. Deste modo, cada *Sabbath* tem um significado e simbolismo específico, refletindo as estações e o ciclo da vida. As cerimônias costumam ser realizadas ao ar livre, em harmonia com a natureza, e podem incluir o uso de materiais naturais como ervas, flores, frutas e grãos. A presença dos elementos – terra, água, fogo e ar – é fundamental, sendo que cada elemento representa um aspecto diferente da vida e da espiritualidade.

Realização dos rituais

Os rituais variam de acordo com as premissas de cada grupo. Frequentemente incluem orações a deuses e deusas, canto, dança e uso de altares. Os praticantes também podem criar espaços sagrados que estejam mais em sintonia com a energia das estações. Além disso, a meditação e a contemplação são práticas comuns dentro dessas tradições, permitindo aos praticantes refletirem sobre suas vidas e o ambiente ao seu redor. A criação de um diário ritual pode ajudar a registrar eventos e objetivos e encorajar uma conexão espiritual.

A Roda do Ano proporciona aos praticantes da Wicca uma interação natural que pode ser muito útil ao intuito de autoconhecimento. Convida os adeptos a respeitarem e honrarem as mudanças na natureza, aumentarem a consciência e criarem relações mais profundas com o mundo que os rodeia. À medida que os estudiosos celebram cada *Sabbath*, eles não apenas honram aos deuses, como também se conectam com suas jornadas.

DISCUSSÕES

Ao propor as discussões e reflexões, percebe-se que os cultos pagãos e monoteístas têm um papel crucial em ajudar a manter uma relação harmoniosa entre os humanos e o meio ambiente. Através de suas crenças e práticas, esses sistemas de fé trazem a consciência da conectividade à natureza, à santidade da Terra e à necessidade humana de cuidar do mundo natural. Ao mesmo tempo em que celebram as estações e honram os ciclos da vida, os praticantes fortalecem a consciência ecológica que inspira ações sustentáveis e respeito por todas as formas de vida.

1. Entrevista realizada através da Plataforma Google Meet.

Devido ao fato de que uma emergência ecológica, que limita drasticamente nossa capacidade de autodescoberta, exige-se uma reconsideração urgente da posição dos humanos. Os ensinamentos e tradições dos cultos pagãos fornecem *insights* valiosos sobre a importância da memória, gratidão e respeito pela natureza. Portanto, a análise e a descoberta dessas perspectivas são um passo necessário a ser dado no desenvolvimento de um futuro sustentável.

O Ritual da Roda do Ano é uma expressão rica e poderosa da espiritualidade Wicca, fornecendo uma estrutura para a integração dos ciclos da natureza com a vida do indivíduo. Ao celebrar cada Sabbath, os Wiccanos tornam-se participantes da dança da vida, cultivando uma conexão harmoniosa com a Terra e todas as suas criaturas. Isto não só alimenta a vida espiritual, mas também reforça a necessidade de proteger e respeitar o meio ambiente.

Os cultos de matriz africana também carregam grande responsabilidade acerca do tema da preservação e da interação respeitosa com o meio, uma vez que as plantas são sagradas e manifestações do divino. Também nas religiões monoteístas, o cuidado com o meio ambiente se faz parte essencial da busca pela lapidação do ser humano com a criação do Deus único.

REFERÊNCIAS

ARDANTANE. **Tradições de Yule**. 16 dez. 2022. Disponível em: https://ardantane.org/event/yule-traditions/. Acesso em: 22 nov. 2024.

BETEMPS, Cristiane. **Práticas em Agricultura Biodinâmica**. 29 abr. 2015. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2880846/praticas-em-agricultura-biodinamica. Acesso em: 23 nov. 2024.

BEZERRA, Karina Oliveira. **Wicca no Brasil:** magia, adesão e permanência. São Paulo: Fonte Editorial, 2017.

BÍBLIA ONLINE. Disponível em: https://www.bibliaonline.com.br/acf/gn/1/26-28 Acesso em 04 fev. 2025

CAMINHOS PARA A FELICIDADE. "**Renovação e Fertilidade:** 'Prece para o Sabbat de Ostara' na Tradição Wicca". 25 ago. 2023. Disponível em: https://ric.com.br/prja/espiritualidade/renovacao-e-fertilidade-prece-para-o-sabbat-de-ostara-na-tradicao-wicca/. Acesso em: 23 nov. 2024.

CI ORGÂNICOS. **Agricultura biodinâmica**: método agrícola de produção relaciona fases da lua e signos do zodíaco. 6 jan. 2027. Disponível em: https://ciorganicos.com.br/biblioteca/agricultura-biodinamica-metodo-agricola-de-producao-relaciona-fases-da-lua-e-signos-do-zodiaco/. Acesso em: 23 nov. 2024.

CONTOS DE TODOS OS CANTOS. **A Roda do Ano do Neopaganismo e o Movimento Wicca**. 2023. Disponível em: https://contosdetodososcantos.com.br/roda-do-ano-neopaganismo-e-wicca/. Acesso em: 22 nov. 2024.

ETSY. **Mabon Kit**. Disponível em: https://www.etsy.com/listing/1292415391/mabon-kit-altar-ritual-box-home-blessing. Acesso em: 23 nov. 2024.

GARDNER, Gerald. **Witchcraft Today**. Reino Unido: Citadel Press, 1958.

GARDNER, Gerald B. O Livro Das Sombras De Gardner. São Paulo: Madras, 2022.

HERRLEINN, Janinne. **Beltane – O Casamento Sagrado**. 24 out. Disponível em: https://www.janinneherrleinn.com/post/beltane-o-casamento-sagrado. Acesso em: 23 nov. 2024.

LINARES, Ronaldo Antonio. **A Umbanda e o Meio Ambiente**. São Paulo: Madras, 2008.

ROBERT, Yannick Yves Andrade. SACRIFÍCIO DE ANIMAIS EM RITUAIS DE RELIGIÕES DE MATRIZ AFRICANAS. Disponível em: https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2008/relatorios/ccs/dir/yannick_yves_andrade_robert.pdf . Acesso em 01 fev. 2025.

SILVA, Daniel Neves. Halloween. **Brasil Escola**. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/halloween/halloween.htm. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

STEINER, Rudolf. **Ciência Oculta: Na sua Conexão com a Antroposofia**. Der Erkenntnisweg der Anthroposophie. Kobervitz: Das Michael-Mysterium, 1909.

STOCK ADOBE. **Altar de Lamas**. Disponível em: https://stock.adobe.com/dk/images/wiccan-altar-for-lammas-lughnasadh. Acesso em: 23 nov. 2024.

TUMBLR. DIÁRIO DE UMA BRUXA MORGANE. **Feliz Litha**. Disponível em: https://www.tumblr.com/diariodeuma-bruxa-morgane/189802474084/feliz-litha. Acesso em: 23 nov. 2024.

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO DA OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASORA *ULEX EUROPAEUS* NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL DO TAINHAS, RS

Amábile Cabral Ceolin

Ketulyn Füster Marques

RESUMO: As plantas Exóticas e Invasoras (EEI) são espécies estabelecidas fora do seu habitat natural e acabam se espalhando rapidamente, alterando o ecossistema e competindo com espécies nativas do local. Por isso, o controle dessas espécies é crucial para a conservação da biodiversidade. Atualmente, a presença de espécies invasoras representa um desafio ambiental, principalmente para as áreas de conservação, pois essas espécies interferem e modificam o ambiente, provocando problemas ambientais e futuramente econômicos - pois para manter a integridade das Unidades de Conservação é exigido investimentos e fiscalizações contínuas. Diante da importância do reconhecimento e monitoramento de plantas invasoras, este artigo foca no estudo da *Ulex europaeus* (Tojo), uma planta invasora, o qual se faz presente na zona de amortecimento do Parque Estadual do Tainhas, no Rio Grande do Sul. A pesquisa envolve o diagnóstico e análise da presença da planta nos arredores do Parque, pois a sua identificação e monitoramento precoce são essenciais para o controle e gestão das Unidades de Conservação, bem como para a sua sustentabilidade. Os resultados deste estudo revelaram uma distribuição espacial significativa do *U. europaeus* na zona de amortecimento do Parque Estadual Tainhas, com uma concentração maior, nas faixas de domínio das estradas próximas a RS-020.

PALAVRAS-CHAVE: Tojo, Campos de Cima da Serra, Unidades de Conservação, Detecção Precoce.

DIAGNOSIS OF THE OCCURRENCE OF THE INVASIVE ALIEN SPECIES ULEX EUROPAEUS IN THE BUFFER ZONE OF TAINHAS STATE PARK, RS

ABSTRACT: Exotic and Invasive Plants (EIPs) are species established outside their natural habitat that spread rapidly, altering the ecosystem and competing with native species. Therefore, controlling these species is crucial for biodiversity conservation. Currently, the presence of invasive species poses a significant environmental challenge, particularly for conservation areas, as they interfere with and modify the environment, causing both environmental and potential economic problems. Maintaining the

integrity of Conservation Units requires continuous investment and monitoring. Given the importance of recognizing and monitoring invasive plants, this article focuses on the study of *Ulex europaeus* (Gorse), an invasive plant present in the buffer zone of the Parque Estadual do Tainhas, in Rio Grande do Sul, Brazil. The research involves diagnosing and analyzing the plant's presence in the park's vicinity, as early identification and monitoring are essential for the control and management of Conservation Units and their sustainability. The results of this study revealed a significant spatial distribution of *U. europaeus* within the Parque Estadual Tainhas buffer zone, with a higher concentration along the road verges near RS-020.
KEYWORDS: Tojo, Campos de Cima da Serra, Conservation Units, Early Detection.

INTRODUÇÃO

As plantas Exóticas e Invasoras (EEI), segundo Matos (2009) são espécies exóticas que crescem e se dispersam rapidamente, modificando a composição, estrutura ou função do ecossistema. O controle e monitoramento das espécies são fundamentais devido ao impacto potencial que podem ter no ecossistema local. De acordo com Dechoum *et al*. (2024), a multiplicação descontrolada de uma espécie pode levar à competição com as espécies nativas, resultando em uma possível dominação da paisagem. Isso pode perturbar os ciclos naturais e ameaçar a biodiversidade local, representando um perigo concreto e iminente em várias áreas, especialmente em unidades de conservação. Sua introdução pode ser resultado principalmente de atividades humanas, seja de maneira intencional ou acidental.

A comunidade científica da área da saúde, principalmente a saúde social, reconhece a importância da manutenção de espaços protegidos a fim de proporcionar o fortalecimento da saúde humana (Gerber *et al.* 2015). Por isso, as Unidades de Conservação além de serem amplamente vistas como uma estratégia crucial para a preservação ambiental em diversas regiões do mundo, contribuem significativamente para o bem-estar das comunidades humanas.

As unidades de conservação (UCs) são áreas protegidas com o objetivo de conservar a biodiversidade e os recursos naturais. Elas são regulamentadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2025a). Essas unidades são divididas em dois grupos principais: Unidades de Proteção Integral, que visam preservar a natureza com uso restrito dos recursos naturais, e Unidades de Uso Sustentável, que permitem o uso sustentável dos recursos naturais de forma controlada (BRASIL, 2025b).

A interferência de uma planta invasora em uma unidade de conservação pode ser significativa, alterando até mesmo os pilares econômicos do local, pois para manter a integridade das Unidades é exigido investimentos e fiscalizações contínuas, incluindo manejo de plantas invasoras Um exemplo de interferência econômica de espécies exóticas invasoras em UCs é o impacto do pinus (*Pinus spp.)* no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, pois essas invasões alteram o fluxo hídrico, impedem o desenvolvimento da vegetação nativa e afetam habitats vitais para a conservação de aves migratórias (SEMA, 2018).

Outro exemplo documentado é o impacto do capim-annoni (*Eragrostis plana*), que reduz a biodiversidade dos campos nativos e afeta diretamente a atividade pecuária sustentável, uma importante fonte de renda para comunidades locais

O presente artigo realizou um estudo na Unidade de Conservação do Parque Estadual do Tainhas, localizado no Estado do Rio Grande do Sul. O Parque possui uma área de 6.654,70 ha o qual inclui partes dos municípios Jaquirana, São Francisco de Paula e Cambará do Sul, e foi criado pelo Decreto Estadual n° 23.798/1975. (RIO GRANDE DO SUL, 2008). A motivação para este estudo surgiu da ausência da planta tojo (*Ulex europaeus*) dentro do Parque, apesar da verificação de exemplares em algumas vias de acesso ao Parque. Portanto, o objetivo é comprovar essa ausência por meio de uma análise detalhada, contribuindo assim para o conhecimento científico e a conservação da biodiversidade local.

A portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013, que "Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências", classifica o *U. europaeus* como uma planta invasora de categoria 01, dado seu potencial invasor. Essa classificação se baseia na capacidade da planta de competir com espécies nativas, alterar a composição do solo e se propagar rapidamente, o que pode causar impactos negativos significativos no ecossistema local. A espécie é definida como "aquela que tem proibido seu transporte, criação, soltura ou translocação, cultivo, propagação (por qualquer forma de reprodução), comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma" (RIO GRANDE DO SUL, 2013).

De acordo com o Instituto Hórus, a planta *U. europaeus* é nativa da região ocidental da Europa, preferindo habitats de clima temperado, por essa razão, é comumente encontrada na costa atlântica e também surge espontaneamente em algumas áreas mediterrâneas. As suas sementes podem ser semeadas ou disseminadas através de projeção ou transporte e possuem boa adaptação. Comumente, a disseminação do tojo se dá ao longo de estradas, margens de riacho, áreas marginalizadas e florestas (INSTITUTO HÓRUS, 2025). A escolha das vias de acesso para o estudo foi feita devido à maior probabilidade de dispersão de sementes por veículos e atividades humanas, facilitando a identificação de possíveis focos de invasão.

Observando o cenário apresentado, através de um estudo de diagnóstico, buscamos entender melhor a extensão da invasão desta espécie exótica, bem como fornecer dados para um acompanhamento de longo prazo da distribuição e potencial dispersão da espécie na zona de amortecimento do PE Tainhas. Acreditamos que os resultados deste estudo fornecerão *insights* valiosos para a implementação de estratégias eficazes de controle e mitigação.

Este diagnóstico fornecerá dados que poderão ser usados para analisar, prever e modelar as invasões e definir estratégias de controle, permitindo uma resposta mais rápida

e eficaz. A detecção precoce, o diagnóstico e monitoramento das plantas exóticas invasoras são ferramentas essenciais para a conservação da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas.

AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE: A OCORRÊNCIA DE *Ulex europaeus* NO PARQUE ESTADUAL DO TAINHAS

De acordo com o Instituto Hórus, espécies que são introduzidas pelo homem em novos habitats, formam populações e se espalham por conta própria são chamadas de exóticas invasoras (EEI) (INSTITUTO HÓRUS, 2025). Espécies exóticas invasoras são reconhecidas como uma das principais causas de ameaça à diversidade biológica, em especial em Unidades de Conservação e ilhas oceânicas (CBC/ICMBio, 2019, p.22); elas podem prejudicar os ecossistemas onde invadem, alterando a diversidade e a estrutura da vegetação nativa (MATOS et al., 2009). Plantas exóticas invasoras ao longo das estradas de acesso, por exemplo, tendem a chegar às UC em função do trânsito de veículos ou pessoas, pelo fluxo de escorrimento de água da chuva ou devido à dispersão pelo vento ou por animais (CBC/ICMBio, 2019, p.23). De acordo com Ziller & Dechodum (2013) no Brasil, entretanto, a falta de manejo de espécies exóticas invasoras em áreas protegidas é sem dúvida o fator de maior preocupação em relação ao avanço das invasões biológicas. O controle é uma técnica de manejo que visa limitar a ocorrência e a abundância de EEI, diminuindo sua vantagem competitiva e favorecendo a recuperação das espécies nativas.

De acordo com Queiroz (2020), o *Ulex europaeus*, foi trazido para diversas regiões do mundo como planta ornamental. Esta espécie é altamente resistente a condições severas de frio e seca, e suas sementes germinam eficientemente após incêndios, o que a torna invasiva em áreas de clima temperado e subtropical.

No Brasil, ela forma moitas densas e agressivas, dominando extensas áreas no sul do país (onde é chamada de tojo) e tem se espalhado para áreas montanhosas até o sul de Minas Gerais (Queiroz, 2020). O *Ulex europaeus* é um arbusto pertencente à família *Fabaceae*, originário da Europa (Portugal, França, Espanha e Grã-Bretanha). Normalmente, sua altura varia de 1 a 3 metros, embora já tenham sido encontrados exemplares com até 7 metros (FIGURA 1). Esta espécie é notavelmente espinhosa, com caules jovens macios e de cor cinza-esverdeada, cobertos por tricomas (FIGURA 2) (INSTITUTO HÓRUS, 2025).

Figura 1- Representação de *U. europaeus* formado por moita

Fonte: Autor

Figura 2- Representação de um indivíduo de *U. europaeus*

Fonte: Autor

Segundo o Plano de Manejo do Parque (RIO GRANDE DO SUL, 2008), o PE Tainhas contempla parcialmente os municípios de São Francisco de Paula, Jaquirana e Cambará do Sul (FIGURA 3), região dos Campos de Cima da Serra. A sua criação foi através do Decreto Estadual nº 23.798, de 12 de março de 1975. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o clima é subtropical úmido com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e nevadas ocasionais. Pelo sistema de classificação de Koppen, é considerado Cfb, com temperatura média entre 14 °C e 16 °C e pluviosidade anual superior a 2000 mm. Segundo o Plano de Manejo do Parque, o solo na região é caracterizado por colinas com vales de fundo plano e rochas vulcânicas. Este tipo de solo é escuro e rico em matéria orgânica, com um alto nível de acidez. A vegetação é composta com florestas de araucária, campos e banhados. Existem áreas de Estepe Parque ao norte do Parque Estadual Tainhas, que formam a zona de transição entre o campo com a floresta de araucária. Esta UC é um ecossistema diversificado com vários tipos de vegetação, que inclui florestas de araucária, campos de estepe gramíneo-lenhosa e estepe parque, áreas úmidas, turfeiras e afloramentos rochosos.

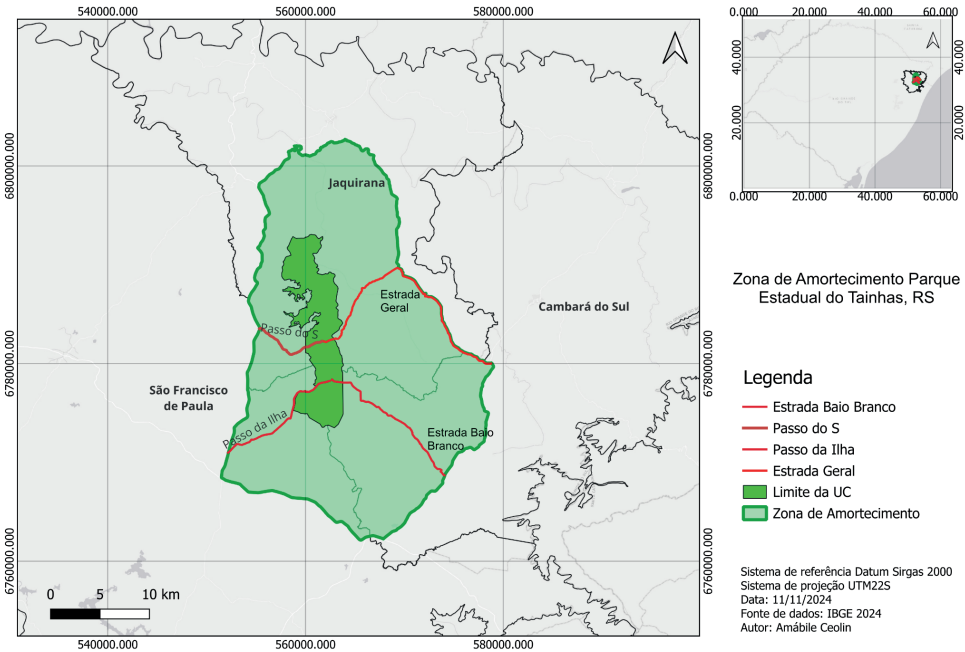


Figura 3- Mapa Parque Estadual do Tainhas

Fonte: Autor.

De acordo com o Plano de Manejo do PE Tainhas as principais espécies exóticas invasoras presentes na região do mesmo são o javali (*Sus scrofa*), o pínus *(Pinus sp.*) e o tojo (*Ulex europaeus*) (RIO GRANDE DO SUL, 2008). Dentre elas, a única que ainda não foi registrada dentro do Parque foi o *U. europaeus*, apenas em sua zona de amortecimento, o que, apesar da ameaça, é uma oportunidade de detecção precoce e prevenção da chegada da espécie dentro dos limites da unidade de conservação.

O levantamento da ocorrência desta espécie é fundamental para o controle de sua dispersão e para a realização de futuros trabalhos focados na mitigação e controle da mesma. A presença dessas plantas pode alterar significativamente a biodiversidade local, competindo com as espécies nativas por recursos e potencialmente dominando a paisagem.

O monitoramento permite identificar rapidamente novas ocorrências da planta, avaliar a eficácia das medidas de controle e adaptar as estratégias conforme necessário. Além disso, segundo Sampaio e Schimidit (2013):

> Por meio de análises de risco considerando as características de uma espécie é possível predizer a probabilidade desta se tornar invasora, sendo esta a forma mais eficiente e barata de controle dessas espécies, sucedida por ações de detecção precoce e erradicação.(2013, p. 35)

Segundo Ziller (2006, p. 49) “o manejo efetivo de Unidades de Conservação precisa incluir um sistema permanente de prevenção e detecção precoce da chegada de espécies exóticas, assim como um bom diagnóstico de espécies já existentes”. A autora também destaca a importância da detecção precoce e ação imediata, quando a área afetada ainda é pequena e controlável como meios eficientes para o combate às espécies exóticas

Atualmente, a presença crescente dos *U. europaeus* nas proximidades do Parque Estadual do Tainhas representa uma ameaça significativa, com o potencial de causar sérios problemas ambientais se houver dispersão para o Parque. É essencial monitorar a zona de amortecimento, já que abriga grandes exemplares da planta, o que torna crucial o acompanhamento contínuo e rigoroso dessa área. Diante disso, é imprescindível a realização de pesquisas de diagnóstico sobre a ocorrência dessa espécie exótica invasora. As informações geradas por esse estudo fornecerão importante subsídio para embasar futuras ações de mitigação e controle, contribuindo para a preservação da biodiversidade local e para a gestão eficaz do Parque.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico nos portais de busca SciELO, Google Acadêmico, portal de Periódicos Capes e sites oficiais do governo sobre trabalhos científicos que abordassem a temática das espécies exóticas invasoras em unidades de conservação, com foco na planta *Ulex europaeus*, a fim de verificar a pertinência do tema e referências para embasar a presente pesquisa. Considerando que este estudo busca identificar e espacializar a presença da EEI *Ulex europaeus*, no ecossistema local da zona de amortecimento do Parque Estadual do Tainhas, foi realizada uma pesquisa quantitativa nas principais vias de acesso do mesmo.

Em primeiro momento, os dados foram coletados por meio de um levantamento de campo, que incluiu a contagem do número de indivíduos de *Ulex europaeus* e a extensão da área que ocupam. O estudo foi conduzido na área que compreende quatro estradas que dão acesso ao Parque, realizado nos dias 29 e 30 do mês de junho de 2024. Para isso, foram estabelecidas parcelas amostrais de terreno ao percorrer o local tendo como ponto de partida o rio Tainhas no interior do Parque, sentido para as rodovias estaduais 110 e 020, que são limitantes da zona de amortecimento do Parque. As estradas utilizadas foram denominadas conforme o quadro 1 e espacializadas na figura 4:

Ponto inicial	Ponto final	Denominação
Rio Tainhas (Passo do S)	RS 110	Estrada do Passo do S
Rio Tainhas (Passo da Ilha)	RS 110	Estrada do Passo da Ilha
Rio Tainhas (Passo do S)	RS 020	Estrada do Junco e Geral
Rio Tainhas (Passo da Ilha)	RS 020	Estrada do Baio Branco

Quadro 1: Estradas da Zona de Amortecimento do Parque Estadual do Tainhas-RS

Fonte: IBGE, 2024

As estradas e os pontos de coleta foram espacializados no mapa a seguir (FIGURA 4).

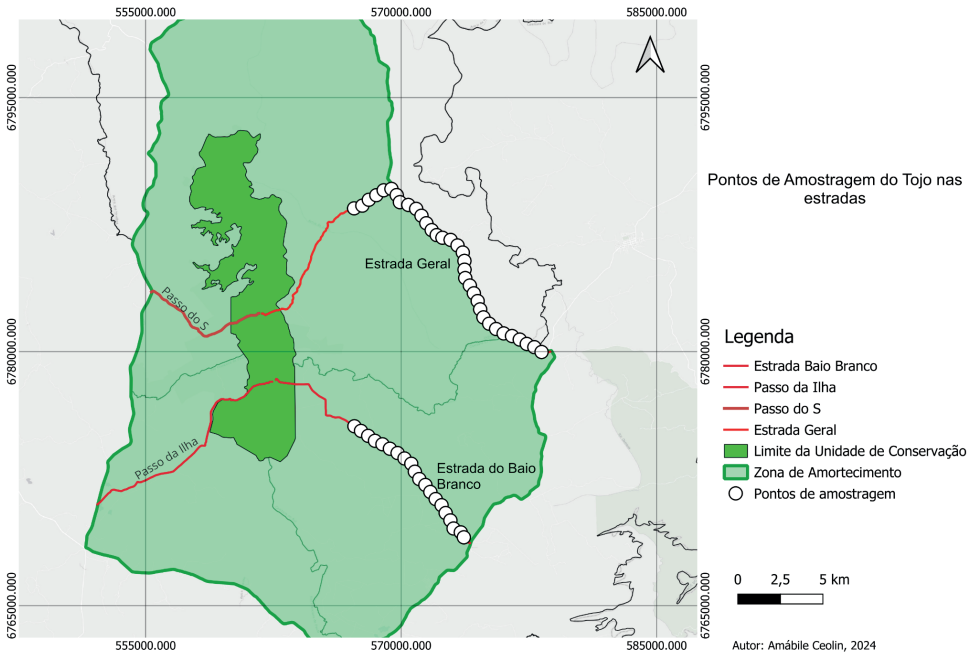


Figura 4: Mapa das estradas e os pontos de estudo

Fonte: Autor.

Para a coleta de dados, dividimos a área em 02 transectos (lado direito e lado esquerdo), cada um medindo 50mx3m, dispostos paralelamente às estradas (figura 5).

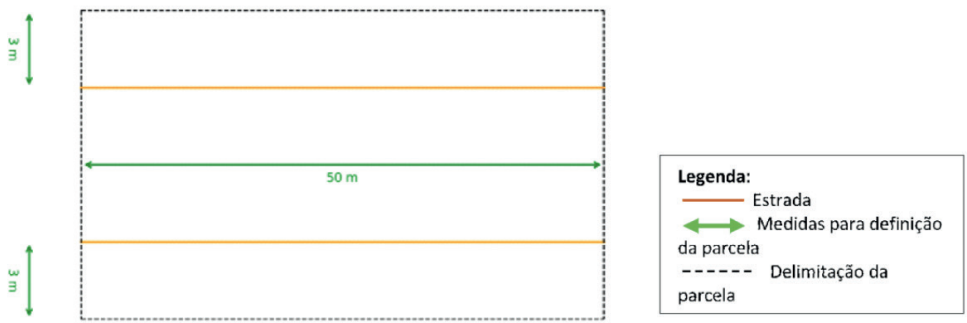


Figura 5: Esquema representativo da demarcação das parcelas

Fonte: Autor

Os transectos foram levantados ao longo das estradas, com uma distância aproximada de 500m entre cada um, iniciando o levantamento a partir da primeira detecção visual *in loco* da presença da espécie, finalizando no encontro das vias com as rodovias. A marcação da distância entre cada transecto de medição foi utilizada por meio do medidor de quilometragem do veículo de apoio (caminhonete), juntamente com o auxílio de aplicativos celulares.

Dentro de cada parcela, foi contabilizado o número de indivíduos de *Ulex europaeus* e registrado o tamanho linear da mancha (FIGURA 6), utilizou-se uma trena de 50m (FIGURA 7) para a sua medida e para a demarcação do transecto.

Figura 6: Contagem e Medição do Tojo

Fonte: Autor.

Figura 7: Demarcação de Transecto

Fonte: Autor.

Para marcar as coordenadas utilizou-se o Sistema de Posicionamento Global - GPS a partir do aplicativo Avenza Maps, juntamente com o GPS Garmim Montana 680 físico para a confirmação das informações dos dados dos respectivos pontos, e por fim o seu registro em tabela de campo.

Posteriormente, utilizou-se os dados apresentados espacializados em mapas com uso de ferramentas de geoprocessamento, sendo eles, QGIS (3.34.11) e *Google Earth* (2024); e analisou os resultados para comparar as áreas ocupadas pelo *Ulex europaeus* avaliando o seu padrão de distribuição espacial para entender a relação entre o número de indivíduos e a área ocupada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo oferecem uma visão sistematizada sobre a distribuição espacial do *U. europaeus* nas estradas de acesso ao PE Tainhas, em sua zona de amortecimento. Utilizando ferramentas de geoprocessamento, foram mapeadas e analisadas as áreas ocupadas por essa espécie invasora, permitindo uma avaliação da sua distribuição e desenvolvimento.

Dentre os acessos avaliados, observou-se a inexistência de *U. europaeus* nas estradas do Passo do S e Passo da Ilha em direção a RS 110, o que indica que no oeste do Rio Tainhas ainda não há registro da sua ocorrência dentro da zona de amortecimento. No entanto, nas estradas Geral e Junco e Baio Branco, em direção a RS 020, foram identificados exemplares da espécie em questão.

Considerou-se a quilometragem e outras informações pertinentes referente a cada estrada (sentido leste do Rio Tainhas), sendo elas: o Passo do S é subdividido em duas estradas, Estrada do Junco e Geral; o Passo da Ilha é denominado como Estrada Baio Branco, e cada um possui uma extensão (QUADRO 2) e características diferentes. Se tratando das estradas subdivididas, foi utilizado apenas a distância total dos dois trajetos para a contabilização e comparação em quilômetros.

Passo	Estrada	Extensão (km)
Passo do S	Estrada Geral e Estrada do Junco	27
Passo da Ilha	Estrada do Baio Branco	16

Quadro 2- Extensão em quilômetros das estradas
Fonte:(*Google Earth*, 2024) [1]

Durante o percurso na estrada do Baio Branco, observou-se um grande número de pequenos banhados espaçados entre si, além de campos e áreas abertas, vastas áreas contínuas de silvicultura e algumas lavouras, sendo utilizada principalmente por moradores locais, trânsito de veículos de manejo e transporte de plantios comerciais de *Pinus sp.* da região.

Na Estrada do Junco e Geral, identificou-se campo nativo, com poucas casas e poucas áreas de pequenos banhados, as áreas de silvicultura eram menores e mais espaçadas do que na estrada do Baio Branco, e as lavouras se apresentaram em alguns pontos, como no outro acesso. Esta estrada faz a ligação entre os municípios de Cambará do Sul e Jaquirana por via não pavimentada, com mais circulação de veículos do que a estrada do Baio Branco. Para uma interpretação mais abrangente dos dados obtidos, os resultados dos transectos de cada lado das estradas foram somados, resultando em um valor único para cada localidade. Foram demarcados um total de 35 transectos de análise do *U. europaeus* na estrada Geral e do Junco, e 20 transectos na estrada do Baio Branco. Os exemplares encontrados foram medidos linearmente, de forma que os registros em metros se referem a extensão paralela à estrada.

1. Medições realizadas utilizando a ferramenta de régua do Google Earth (versão 7.3.6.9796 (64-bit)), que permite calcular distâncias em quilômetros entre pontos selecionados no mapa.

A demarcação inicial da incidência da planta nas estradas foi registrada nas seguintes quilometragens: 9,4 km na Estrada Geral e 5,8 km na Estrada do Baio Branco. O ponto de partida da estrada é marcado como o quilômetro “0”, e o final a quilometragem de cada via. Os resultados deste estudo revelaram uma distribuição espacial significativa do *U. europaeus* na zona de amortecimento do Parque Estadual Tainhas, com uma concentração maior, mais especificamente na Estrada Geral.

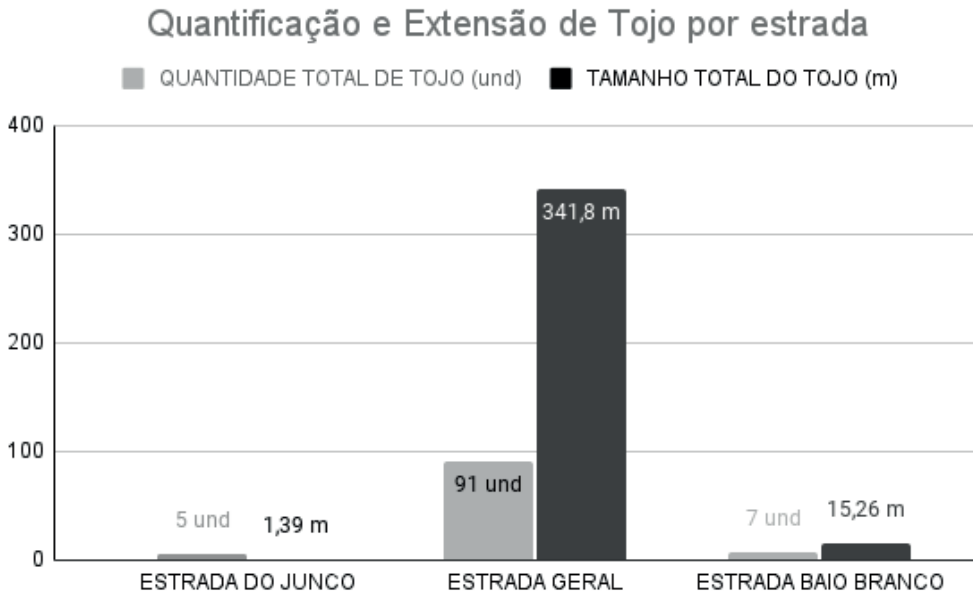


Gráfico 1- Quantificação do *U. europaeus* nas vias de acesso do Parque

Fonte: Autor

O gráfico apresenta dados de quantidade do Tojo encontrado em cada parte da estrada; foi utilizado a trena para registrar o tamanho que a planta possuía, somando assim vários exemplares, obtivemos um valor generalizado para cada via (IMAGEM 4).

Imagem 4 - Exemplo de transecto analisado
Fonte: Autor.

Nota-se que a quantidade de exemplares e o tamanho da mancha na estrada geral é significativamente maior, podendo levar em consideração as características da estrada e a sua maior circulação de pessoas, principalmente quando se trata da aproximação com a estrada RS 020 (FIGURA 3 e 4).

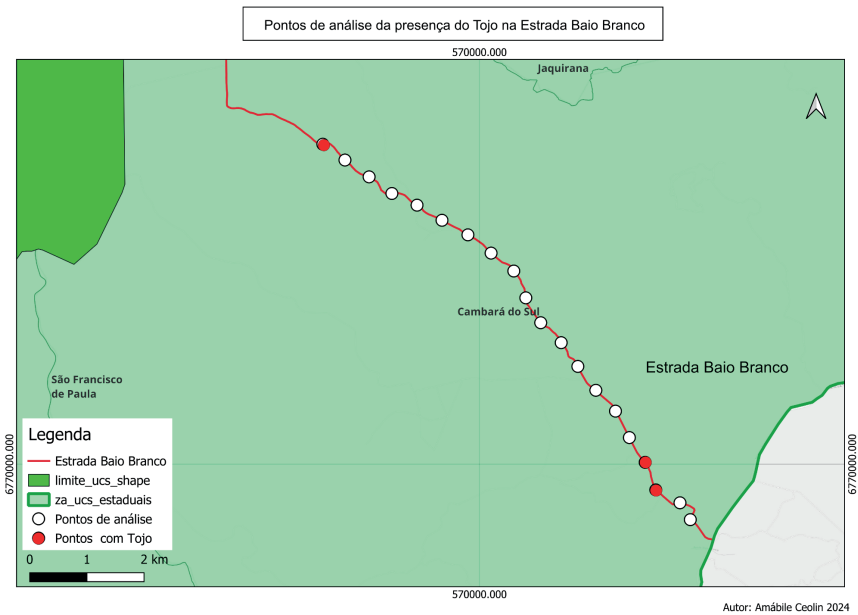


FIGURA 3- Pontos de amostragem na estrada Baio Branco
Fonte: Autor.

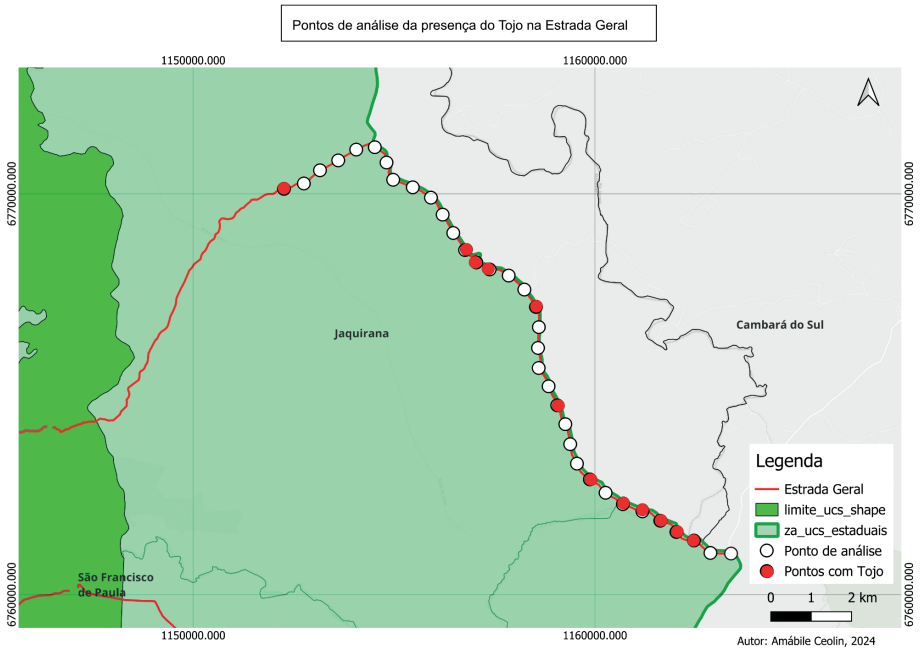


FIGURA 4- Pontos de amostragem na Estrada Geral

Fonte: Autor

Observou-se que a presença da planta foi predominante a partir do ponto 30, onde ocorreu um crescimento exponencial, podendo ser resultado da proximidade com a rodovia principal. Conforme os transectos se aproximam das estradas RS-110 e RS-020, o tamanho da mancha de tojo aumenta. Esse aumento está relacionado com a quantidade da planta, indicando que o tojo está se desenvolvendo bem e encontrando condições ideais para sua reprodução e adaptação ao ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa mostrou que ainda não há ocorrência de *Ulex europaeus* na porção oeste de sua zona de amortecimento, o que permite concentrar os esforços de detecção, controle e manejo na área oeste onde a presença da espécie foi identificada.

É importante também investigar os fatores que têm impedido a expansão dessa invasora para essas áreas. O fato de as sementes poderem ser transportadas nos pneus de veículos que circulam pelas estradas afetadas e ingressam no Parque sugere que a espécie tenha sido dispersada, mas talvez não tenha encontrado condições adequadas para germinação. Isso pode indicar que fatores como características edáficas, altitude, composição das comunidades bióticas e microclima podem estar limitando essa dispersão. Mas também não se pode descartar que se trata de uma questão de tempo para que o U. europaeus se alastre, chegando até o PE Tainhas.

Por se tratar de um método baseado em amostragem, não é possível mensurar com precisão a quantidade de tojo nos acessos ao Parque. Isso ocorre porque os espaços não analisados entre os transectos podem conter indivíduos da planta em questão, que não são considerados na quantificação final. Pesquisas futuras devem considerar uma amostragem maior e mais diversificada, incluindo estradas de acesso a propriedades particulares. O uso de drones, especialmente no período de floração, pode ser uma alternativa eficiente para um mapeamento mais abrangente.

O estudo também apontou o ponto de detecção de *Ulex europaeus* mais próximo da Unidade de Conservação, o que facilita o monitoramento periódico para avaliar se a ocupação está se expandindo em direção ao Parque Estadual do Tainhas. Diante dessas informações, torna-se evidente a necessidade de criar uma estratégia de gestão para o controle dessa espécie no PE Tainhas, com foco nas áreas próximas às estradas, a fim de conter sua propagação.

Embora possam existir barreiras físicas limitando a dispersão, os eventos climáticos extremos, cada vez mais frequentes, podem alterar essas condições e até facilitar invasões biológicas. Nesse contexto, espera-se que este estudo forneça uma base de dados importante para subsidiar ações de monitoramento e controle dessa espécie exótica invasora.

REFERÊNCIAS

Dechoum, M. S., *et al.* Capítulo 1: Introdução. In: Dechoum, M.S., Junqueira, A. O. R., Orsi, M.L. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. 1a Ed. São Carlos: Editora Cubo, 2024. P.6-48. https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap1

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Categorias de Unidades de Conservação. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/categorias-de-ucs. Acesso em: 01 fev. 2025a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html. Acesso em: 01 fev. 2025b.

Gerber, C., Mattos, C. P., & Irving, M. A. (2015). Áreas protegidas e seus benefícios para o bem-estar. Apresentado no Simpósio de Áreas Protegidas e Inclusão Social. Disponível em: <Academia.edu>.

Google LLC. (2024). Google Earth Pro. Imagem de satélite do Parque Estadual Tainhas [Imagem de satélite]. Disponível em: Google Earth. Acesso em: 09 de novembro de 2024.

ICMBIO - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga - Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais. Brasília: Cbc/Icmbio, 2019. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/destaques/56-guia-de-orientacao-para-o-manejo-de-especies-exoticas-invasoras-em-unidades-de-conservacao-federais.html>. Acesso em: 01 nov. 2023.

INSTITUTO HÓRUS. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Disponível em: https://bd.institutohorus.org.br/. Acesso em: 01 fev. 2025.

MATOS, Dalva M. Silva; PIVELLO, Vânia R.. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. Cienc. Cult., São Paulo, v. 61, n. 1, p. 27-30, 2009. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000100012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 nov. 2023.

QGIS Development Team. (2023). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Versão 3.34.11. Disponível em https://qgis.org.

Queiroz, L.P. 2020. Ulex in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB120616.

RIO GRANDE DO SUL, 1975. Decreto Estadual nº 23.798, de 12 de março de 1975. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/07154147-decreto-23798-75-cria-ucs.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

_____, 2008. Plano de Manejo do Parque Estadual do Tainhas. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-do-tainhas/. Acesso em: 31 out. 2022.

_____, 2013. Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013. Diário Oficial do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, p. 44, 2013.

SAMPAIO, Alexandre Bonesso; SCHMIDT, Isabel Belloni. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013.

Ulex europaeus L. GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Disponível em: <https://www.gbif.org/species/2951984>. Acessado em: 26 out. 2023.

Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul. (2018). Plano de Prevenção e Controle da Invasão Biológica de Pinus spp. no Litoral Médio. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/04105012-plano-de-prevencao-e-controle-da-invasao-biologica-de-pinus-spp-no-litoral-medio.pdf

ZILLER, Sílvia R. Espécies exóticas da flora invasoras em Unidades de Conservação. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 34-52, 2006.

ZILLER, Sílvia Renate; DECHOUM, Michele de Sá. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 2, p. 4-31, 2013.

CAPÍTULO 6

FILTROS LENTOS DOMICILIARES PARA TRATAMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS: ESTUDO PILOTO EM ARATINGA/RS

Emely Negreiro Mlenek

Priscilla Both Silva

Suzana Frighetto Ferrarini

RESUMO: O acesso à água potável ainda é um desafio em muitas comunidades rurais brasileiras, onde a infraestrutura de saneamento é precária. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de filtros lentos em escala domiciliar, construídos com materiais locais e de baixo custo, como uma solução sustentável para o tratamento de água em comunidades isoladas. O desenvolvimento dos filtros envolveu a seleção, limpeza e preparação dos materiais filtrantes, utilizando recursos regionais. O sistema foi monitorado por 117 dias, inicialmente com água bruta fornecida pela companhia de saneamento e, posteriormente, com água da comunidade Aratinga, em São Francisco de Paula/RS. Foram analisados parâmetros como turbidez, pH e temperatura, além da caracterização microbiológica da camada *Schmutzdecke*, essencial para a eficiência do processo. Os resultados demonstraram alta eficiência na remoção de turbidez, estabilidade do pH e resiliência do sistema a variações de temperatura. A análise microbiológica indicou uma *Schmutzdecke* bem adaptada ao meio filtrante, contribuindo para a remoção de contaminantes biológicos. Nas amostras de água da comunidade, observou-se a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli,* confirmando a segurança microbiológica da água tratada. A aplicação do sistema em condições reais comprovou sua eficácia e viabilidade, destacando-o como uma alternativa sustentável e de fácil replicação para o tratamento de água em regiões com acesso limitado a tecnologias avançadas. Este estudo contribui para o desenvolvimento de soluções práticas, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com potencial para melhorar a qualidade de vida em comunidades rurais.

PALAVRAS-CHAVE: potabilidade da água; camada microbiológica; sustentabilidade hídrica; comunidades isoladas.

DOMICILAR SLOW FILTERS FOR WATER TREATMENT IN RURAL COMMUNITIES: PILOT STUDY IN ARATINGA/RS

ABSTRACT: Access to safe drinking water remains a challenge in many rural Brazilian communities, where sanitation infrastructure is inadequate. This study aimed to evaluate the efficiency of household-scale slow sand filters constructed using locally available and low-cost materials as a sustainable solution for water treatment in isolated communities. The filter development process involved the selection, cleaning, and preparation of filtration media, utilizing regional resources. The system was monitored for 117 days, initially using raw water supplied by the municipal sanitation company and later with water sourced from the Aratinga community in São Francisco de Paula, RS. Parameters such as turbidity, pH, and temperature were analyzed, along with microbiological characterization of the Schmutzdecke layer, which plays a key role in the filtration process. The results demonstrated high efficiency in turbidity removal, pH stability, and system resilience to temperature variations. Microbiological analysis indicated a well-established Schmutzdecke, contributing to the removal of biological contaminants. In water samples collected from the community, no total coliforms or Escherichia coli were detected, confirming the microbiological safety of the treated water. The implementation of the system under real conditions validated its effectiveness and feasibility, highlighting it as a sustainable and easily replicable alternative for water treatment in areas with limited access to advanced technologies. This study contributes to the development of practical solutions aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), with the potential to improve the quality of life in rural communities.
KEYWORDS: drinking water safety; biofilm layer; water sustainability; isolated communities.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a vida e o desenvolvimento humano, mas sua distribuição equitativa e segura enfrenta desafios significativos, especialmente em localidades remotas ou em condições de vulnerabilidade. No Brasil, cerca de 35 milhões de pessoas não têm acesso à água tratada, enquanto mais de 100 milhões vivem sem coleta de esgoto, refletindo uma crise estrutural no saneamento básico (Brasil, 2021; Ana, 2023). Essa precariedade contrasta com as metas globais da Agenda 2030, que, por meio do ODS 6, visam garantir acesso universal e sustentável à água potável e ao saneamento (Unesco, 2024). A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que até 50% dos casos de desnutrição em países em desenvolvimento estão relacionados à água contaminada, evidenciando o impacto direto da falta de acesso à água potável segura na saúde pública e na qualidade de vida de comunidades vulneráveis (Mwabi; Mamba; Momba, 2012).

Nas áreas rurais, a situação é ainda mais alarmante, com dependência de fontes não protegidas, como poços artesianos, poços escavados, popularmente conhecidos como cacimbas, que expõem populações a contaminantes como sedimentos, matéria orgânica e patógenos, elevando os riscos de doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA). Situação que se agrava em função da distância e difícil acesso a postos de saúde para

atendimento (Klein et al. 2017; Ministério da Saúde, 2024). Estudos como os de Yamaguchi et al. (2013) indicam que surtos de DTHA são amplamente associados à ausência de infraestrutura adequada, onde a contaminação da água pode ocorrer tanto no ponto de origem quanto durante o armazenamento inadequado. Barros (2019) destaca que a contaminação microbiológica é uma das principais causas de doenças em comunidades rurais, evidenciando a necessidade de soluções acessíveis e eficazes.

A comunidade Aratinga, distrito de Tainhas, em São Francisco de Paula/RS, exemplifica essa realidade. Os moradores dependem de poços escavados sem proteção adequada, agravados pela proximidade de animais e ausência de sistemas de proteção (Bianchi et al., 2022). Nesse contexto, os filtros lentos destacam-se como solução promissora por sua simplicidade operacional, baixo custo e alta eficiência na remoção de partículas e patógenos, sendo amplamente recomendados por normas técnicas como a NBR 12216:1992. Globalmente, os filtros lentos são amplamente recomendados para o fornecimento de água potável segura em comunidades rurais não atendidas por sistemas centralizados, especialmente em países em desenvolvimento, onde seu baixo custo e simplicidade operacional são fatores críticos para adoção (Maiyo et al. 2023; Abdiyev et al. 2023). Contudo, a implementação dessas tecnologias enfrenta desafios técnicos, como a adequação às características específicas da água local, e sociais, incluindo limitações culturais, educação comunitária e necessidade de treinamento para operação e manutenção, fundamentais para garantir sua sustentabilidade (Mwabi, Mamba e Momba, 2012).

Estudos prévios, como os de Freitas (2017) e Maciel (2018), demonstraram a viabilidade técnica e econômica de filtros lentos utilizando materiais locais, como areia, brita e pedregulho, adaptados a condições específicas. Esses sistemas apresentam benefícios adicionais, como a formação da camada biológica (*Schmutzdecke*), que contribui para a retenção microbiológica (Lima, 2020; Murtha, 1998). Globalmente, tecnologias acessíveis como essas são recomendadas por organizações internacionais, como a UNESCO, para garantir acesso seguro à água em comunidades vulneráveis.

O presente estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar um sistema de filtração domiciliar baseado em filtros lentos, utilizando materiais de baixo custo e adaptados às condições específicas da comunidade Aratinga. Durante 117 dias de monitoramento, foram avaliados parâmetros físico-químicos, como turbidez, pH e temperatura, e microbiológicos, incluindo a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, além da caracterização da camada biológica (*Schmutzdecke*), visando validar a eficiência do sistema e sua potencial replicabilidade em outras comunidades rurais com infraestrutura de saneamento limitada.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento deste trabalho combinam pesquisa experimental e descritiva, conforme caracterizado por Gil (2010) e Lakatos e Marconi (2010). A pesquisa experimental foi aplicada nas etapas de seleção, limpeza e montagem dos filtros lentos, bem como no monitoramento de parâmetros indicadores de potabilidade, avaliando a eficiência do sistema no tratamento de água para consumo humano. Já a pesquisa descritiva foi utilizada para analisar a situação enfrentada pela comunidade estudada, contextualizando o estado da arte sobre filtração lenta em comunidades rurais a partir da literatura especializada e dos desafios específicos identificados no local.

A pesquisa teve como ponto de partida a situação enfrentada por uma comunidade rural localizada no interior do município de São Francisco de Paula/RS, em relação à má qualidade da água consumida pelos moradores. Desde 2021, a qualidade da água tem sido monitorada. Algumas residências foram equipadas com sistemas de cloração, que, embora tenham contribuído para a desinfecção, não asseguram a conformidade de parâmetros como turbidez e cor, conforme exigido pela legislação de potabilidade vigente (GM/MS n º 888/21).

Seleção e Preparação dos Materiais Filtrantes e Suportes

Os materiais utilizados incluíram areia fina, areia média, areia grossa, britas 0, 1 e 2 e pedregulho. Estes foram obtidos de fontes locais como a região de Taquara/RS e São Francisco de Paula/RS, e submetidos a um processo rigoroso de limpeza, secagem e controle granulométrico (NBR 11799/2016).

Os materiais de suporte foram lavados com água limpa para remoção de sujeiras superficiais e imersos em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 48 horas para descontaminação (Figura 1). Após esse período, foram enxaguados em água corrente para remover resíduos químicos, secos ao sol por sete dias e armazenados em sacos fechados para prevenir contaminação secundária (Lima, 2020; Freitas, 2017).

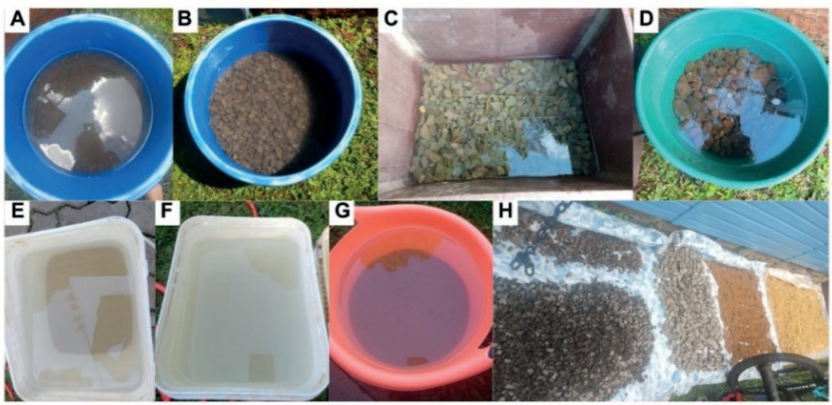


Figura 1 - Processo de lavagem e secagem dos materiais utilizados para a confecção dos filtros. Onde: A: Brita 0; B: Brita 1; C: Brita 2; D: Pedregulho/Pedra de rio; E: Areia fina; F: Areia média; G: Areia grossa; H: Secagem da brita 1, brita 2, areia grossa e areia fina.

Fonte: Autora, 2024.

Os materiais filtrantes areia grossa, media e fina foram peneirados utilizando peneiras granulométricas (250 μm, 500 μm e 1000 μm, respectivamente) para assegurar a uniformidade, enquanto os de granulometria maior foram medidos com paquímetro e moldes de papelão. As granulometrias utilizadas identificadas para esses materiais foram: brita 1 17,75 mm, brita 2 41,5 mm e cascalho/pedra de rio 22 mm (Figura 2).

A turbidez da água de lavagem foi monitorada até atingir ≤ 15 NTU, conforme recomendado por Freitas (2017).

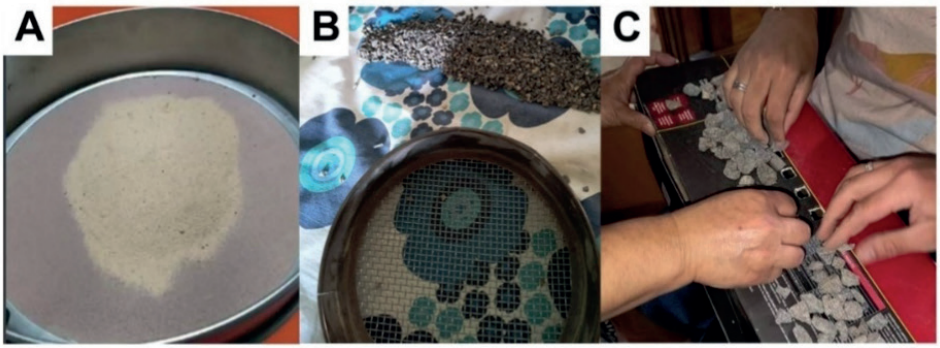


Figura 2 – Processos de peneiramento e medição granulométrica dos materiais filtrantes e suporte. Onde: A - Areia fina; B - Brita zero; C - Brita 1.

Fonte: Autora, 2024.

Configuração dos filtros lentos

O sistema foi configurado em bombonas de polietileno de 20 litros, dispostas em série, com fluxo descendente, seguindo as diretrizes da NBR 12216:1992 (Figura 3).

Figura 3 - Configuração do sistema de filtração utilizado neste estudo.

Fonte: Autora, 2024.

Dois filtros foram montados com diferentes arranjos de camadas filtrantes para análise comparativa (Tabela 1). O Filtro 1 foi composto por camadas de areia média e grossa, seguidas por brita 1 e brita 2. Já o Filtro 2 apresentou uma configuração distinta, com uma camada de areia fina, seguida por brita zero e pedregulho. Essa distinção nas camadas visa avaliar a eficácia dos diferentes arranjos na remoção de partículas e no desempenho global do sistema (NBR 11799/2016; Dos Santos et al. 2023).

Para manutenção, cada filtro foi equipado com um sistema de retrolavagem, conforme práticas sugeridas por Baldez (2023) e Freitas (2017), que destacam a importância desse recurso para garantir a longevidade dos sistemas.

F1		F2	
Tipo de material	**Espessura (cm)**	**Tipo de material**	**Espessura (cm)**
Água bruta	7	Água bruta	7
Material filtrante		**Material Filtrante**	
Areia fina		Material filtrante	
Areia média	15	Areia fina	20
Areia grossa	5	Areia média	-
		Areia grossa	-
Material suporte		**Material suporte**	
Brita 0	-	Brita 0	8,5
Brita 1	8,5	Brita 1	-
Brita 2	8,5	Brita 2	-
Pedregulho	-	Pedregulho	8,5

Tabela 1 – Disposição das camadas de materiais suportes e filtrantes empregadas nos Filtros 1 (F1) e 2 (F2).

Fonte: Autora, 2024.

Procedimentos de Limpeza e Descontaminação dos Materiais e Filtros

Todos os componentes do sistema foram submetidos a descontaminação com solução de hipoclorito de sódio a 1% por 48 horas antes da montagem. Após a configuração (montagem dos filtros), foi aplicada uma solução de cloro a 25 mg/L por 12 horas para garantir a eliminação de possíveis contaminantes.

Esses procedimentos são fundamentais para assegurar a funcionalidade do sistema e evitar contaminações cruzadas durante a operação (Klein et al. 2017).

Monitoramento dos Parâmetros de Qualidade da Água

Os parâmetros turbidez, pH, temperatura, coliformes totais e *Escherichia coli* foram monitorados ao longo de 117 dias em três pontos: água bruta, água após passagem pelo F1 e água após passagem pelo F2. A frequência de monitoramento variou de três a cinco vezes por semana, utilizando equipamentos calibrados conforme especificações técnicas.

O monitoramento visou avaliar a eficiência do sistema em alcançar os padrões de qualidade exigidos para consumo humano (GM/MS nº 888, (2021); Murtha, 1998; Freitas, 2017).

Avaliação da Camada Biológica

A *Schmutzdecke* formada na superfície dos materiais filtrantes (Figura 4) foi avaliada no 85º dia de operação. Amostras foram coletadas por raspagem e transferidas para frascos de 1 litro com 300 mL da mesma água dos filtros, garantindo oxigenação adequada até o transporte ao laboratório (Huisman; Wood, 1974; Klein et al. 2017).

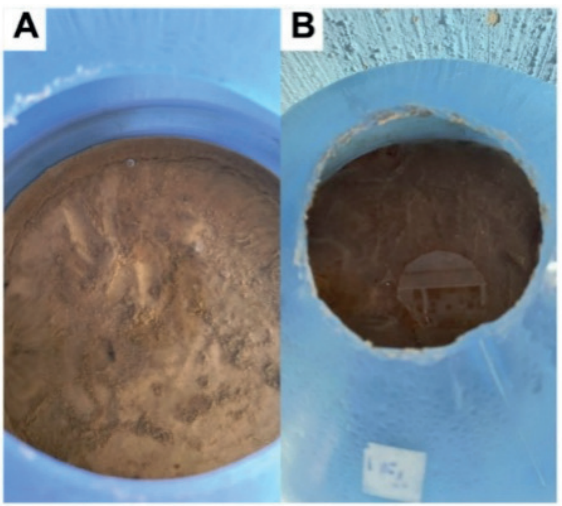


Figura 4 - Camada biológica (*Schmutzdecke*) no 85º dia de operação dos F1 e do F2. Onde: A - Camada do filtro 1; B - Camada do filtro 2.

Fonte: Autora, 2024.

A estrutura da camada foi avaliada qualitativamente por meio de microscopia de lodos ativados em um laboratório contratado, especializado nesse tipo de análise. A avaliação concentrou-se na identificação de microrganismos como nematódeos, tecamebas, ciliados e heliozoários, amplamente descritos na literatura (Freitas, 2017; Murtha, 1998). Raspagens adicionais foram realizadas ao longo dos 117 dias de operação para a manutenção do sistema (Klein et al., 2017); no entanto, essas amostras não foram enviadas para análise laboratorial.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo são apresentados em seis etapas principais, abrangendo desde a preparação inicial dos materiais filtrantes até a avaliação do desempenho do sistema em diferentes condições inicias. A primeira etapa descreve o processo de lavagem e preparo dos materiais filtrantes, etapa relevante para garantir a eficiência do sistema. Subsequentemente, são apresentados os resultados do monitoramento dos parâmetros turbidez, pH e temperatura, que refletem a qualidade da água tratada em diferentes etapas nos filtros F1 e F2 ao longo dos 117 dias de monitoramento, utilizando água bruta fornecida pela companhia de saneamento municipal. Em sequência, destaca-se a avaliação microbiológica da camada biológica (*Schmutzdecke*), fundamental para a eficiência microbiológica dos filtros lentos. Por fim, com o sistema otimizado, foi realizada uma análise utilizando água bruta coletada na comunidade Aratinga, representando uma aplicação prática deste estudo piloto. Essa última etapa buscou avaliar a eficiência do sistema em condições similares às enfrentadas pelas comunidades rurais que poderão ser beneficiadas por essa tecnologia.

Lavagem dos Materiais Filtrantes

A Figura 5 apresenta o monitoramento da turbidez durante as lavagens dos materiais filtrantes (areia fina, média e grossa), evidenciando o comportamento distinto de cada material ao longo do processo. A areia fina exibiu os valores iniciais mais elevados de turbidez, ultrapassando 1000 UHT, e necessitou de 14 lavagens para atingir níveis inferiores a 15 UHT. Este comportamento é atribuído à maior aderência de partículas finas às superfícies granuladas, dificultando sua remoção inicial. Similarmente, a areia média também necessitou de 14 lavagens para alcançar o mesmo padrão, embora tenha apresentado valores iniciais de turbidez mais baixos. Já a areia grossa destacou-se pela eficiência no processo de limpeza, atingindo níveis aceitáveis de turbidez em apenas seis lavagens, resultado que reflete a menor retenção de partículas em grãos maiores, favorecendo a sedimentação e o escoamento de partículas soltas.

Nos ciclos iniciais de lavagem, observou-se uma redução acentuada nos valores de turbidez para todos os materiais. Após a quinta lavagem, a turbidez da areia grossa estabilizou-se em níveis baixos, enquanto as areias fina e média continuaram apresentando pequenas flutuações até a última lavagem. Esses resultados indicam a necessidade de procedimentos de limpeza mais rigorosos para materiais de granulometria fina, garantindo que os valores de turbidez atendam aos níveis recomendados (<15 UHT) antes de seu uso em filtros lentos. Tal conformidade é fundamental para evitar interferências no desempenho do sistema de filtração, como acúmulo de partículas indesejadas (NBR 11799/2016).

O comportamento observado neste estudo está de acordo com Freitas (2017), que evidenciou a relação direta entre a granulometria, a área superficial e a eficiência do processo de limpeza de materiais filtrantes. A metodologia aplicada demonstrou-se eficaz e replicável, assegurando a preparação adequada dos materiais para o uso no sistema de filtros lentos.

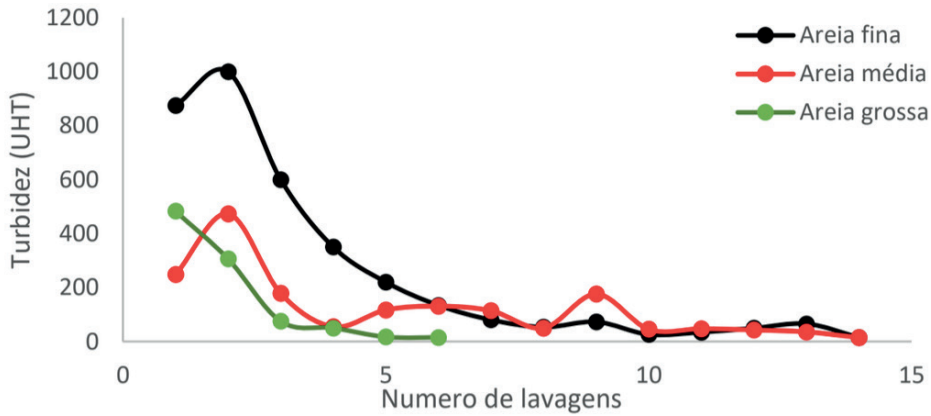


Figura 5 – Monitoramento da turbidez durante o processo de lavagem dos materiais filtrantes.

Fonte: Autora, 2024.

Monitoramento de Indicadores de Potabilidade

Turbidez

O sistema de filtros lentos em série demonstrou boa eficiência na redução da turbidez, com uma diminuição significativa nos valores observados entre a água bruta e a água tratada pelos filtros F1 e F2 ao longo do período de monitoramento. Os resultados, apresentados na Figura 6, mostram que, de maneira geral, os níveis de turbidez foram mantidos baixos, com exceção de dois picos: no 20^0 e no 90^0 dia. O maior pico, registrado no F2 no 90^0 dia e, pode estar associado à primeira raspagem realizada nos filtros. Esse procedimento, que envolve a remoção da camada superficial da *Schmutzdecke*, restabelece o fluxo de água ao resolver problemas de entupimento causados pelo espessamento natural da camada biológica. Entretanto, a raspagem pode levar à movimentação dos materiais filtrantes, reduzindo temporariamente a eficiência da camada biológica até que esta se regenere. Já o pico observado no 20^0 dia não teve justificativa operacional identificada, mas a variação pode estar relacionada à composição do filtro, uma vez que o F2 utiliza exclusivamente areia fina, material mais suscetível a movimentações.

Adicionalmente, problemas operacionais foram frequentes no F2 devido a entupimentos nas conexões de saída, exigindo manutenções regulares para restabelecer seu funcionamento. Esses problemas culminaram na interrupção definitiva do funcionamento do F2 no 93^0 dia. A partir desse momento, apenas o F1 foi monitorado até o término do

estudo. Essa recorrência de problemas no F2 impactou diretamente a manutenção de baixos níveis de turbidez em comparação com o F1, que apresentou desempenho mais consistente ao longo do período.

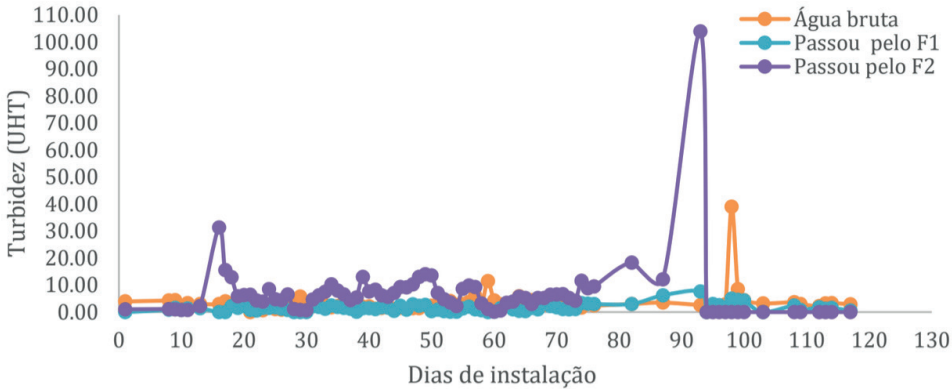


Figura 6 - Variação da turbidez nos filtros F1 e F2 ao longo dos 117 dias de monitoramento.

Fonte: Autora, 2024

Conforme descrito por Lima (2020), a camada biológica (*Schmutzdecke*) desempenha um papel essencial no controle da turbidez, atuando como uma barreira viva que retém e decompõe partículas em suspensão. Murtha (1998) complementa que o desempenho dessa camada depende de condições operacionais estáveis, como fluxo contínuo e manutenções regulares. Freitas (2017) também enfatiza que fatores como granulometria dos materiais filtrantes e composição da *Schmutzdecke* têm impacto direto na eficiência da filtração e na estabilidade dos níveis de turbidez.

A configuração do sistema neste estudo seguiu as diretrizes estabelecidas pela NBR 12216:1992, que recomenda uma taxa de filtração máxima de 6 m³/m²/dia, garantindo o desempenho do sistema e prolongando sua vida útil. A norma também destaca a importância da uniformidade granulométrica e da profundidade adequada do meio filtrante, ambos considerados na configuração dos filtros utilizados. Pizzolatti (2010) reforça a relevância de práticas como retrolavagem periódica para evitar colmatação e manter a eficiência dos filtros.

Os resultados encontrados corroboram com os relatados por Da Silva et al. (2018), que observaram reduções de turbidez a níveis indetectáveis em sistemas similares aplicados em comunidades rurais, mesmo com valores iniciais baixos (< 1,0 uT). Maciel (2018) destaca a importância da operação em fluxo contínuo para estabilizar os níveis de turbidez, recomendando essa abordagem para maximizar a eficiência de filtros lentos.

Em relação ao monitoramento da turbidez, este estudo reforça que, com manutenção adequada e monitoramento contínuo, filtros lentos em série podem ser uma solução sustentável e de baixo custo para a melhoria da qualidade da água em comunidades rurais. O desempenho consistente do sistema, especialmente no F1, destaca sua viabilidade como alternativa segura para regiões com acesso limitado a infraestrutura de saneamento.

Potencial Hidrogeniônico - pH

O monitoramento do pH da água visou avaliar a estabilidade do parâmetro e sua adequação aos padrões de potabilidade. Nos primeiros 20 dias de monitoramento, observou-se uma elevação inicial nos níveis, atribuída ao processo de estabilização da camada biológica (*Schmutzdecke*). Após esse período, os valores estabilizaram-se entre 6,5 e 8,0, mantendo-se próximos aos valores da água bruta e dentro dos limites estabelecidos para consumo humano. Esse comportamento reflete a capacidade do sistema em manter a estabilidade química da água tratada sem a necessidade de intervenções químicas adicionais. A Figura 7 ilustra essa variação destacando a consistência entre os valores obtidos nos dois filtros.

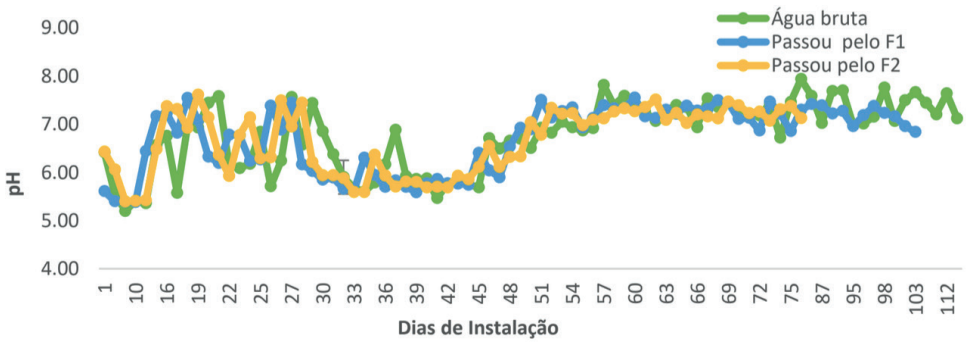


Figura 7 - Variação do pH nos filtros F1 e F2 ao longo dos 117 dias de monitoramento.

Fonte: Autora, 2024.

Conforme Lima (2020), filtros lentos apresentam estabilidade no pH devido à combinação dos processos biológicos e físicos, que favorecem a neutralidade e minimizam alterações indesejadas. Esse comportamento é corroborado por Murtha (1998), que relatou variações médias inferiores a 0,5 unidades de pH em sistemas de filtração lenta, mesmo durante períodos prolongados de operação. Essa estabilidade é importante para garantir a qualidade da água dentro dos limites de potabilidade entre 6,0 a 9,5, além de preservar sua composição natural.

A estabilidade do pH também é considerada uma vantagem operacional significativa. Maciel (2018) aponta que filtros lentos eliminam a necessidade de correções químicas frequentes, simplificando a operação e reduzindo custos. Freitas (2017) complementa que a manutenção de um pH neutro ou levemente alcalino contribui para a qualidade da água ao longo do processo de tratamento, além de minimizar riscos de corrosão e sedimentação em sistemas de distribuição subsequentes.

A NBR 12216:1992 reforça a importância de manter as características naturais da água durante o tratamento, garantindo a eficiência e a sustentabilidade do processo. Baldez (2023) destaca que a estabilidade do pH também é fundamental para a formação e manutenção da camada biológica (*Schmutzdecke*), associado a eficiência microbiológica dos filtros. Esse aspecto é particularmente relevante em comunidades rurais, onde o acesso a reagentes químicos para ajustes de pH é limitado.

Adicionalmente, pequenas variações podem ser influenciadas pela composição mineral da água bruta e pelos materiais filtrantes. Murtha (1998) observou que, nos primeiros dias de operação, a lixiviação de minerais de materiais naturais, como areia e pedregulho, pode causar alterações no pH. Esse efeito, no entanto, diminui gradualmente com o amadurecimento do sistema, como também foi observado neste estudo.

Com base nos resultados apresentados, o sistema de filtros lentos demonstrou alta eficiência em manter a estabilidade do pH, com pequenas flutuações que não comprometeram a qualidade da água tratada. Essa característica reforça sua relevância para comunidades rurais, onde a estabilidade do pH contribui para a segurança do abastecimento de água e elimina a necessidade de aditivos químicos. A integração das diretrizes da NBR 12216:1992 com adaptações locais, evidencia a viabilidade técnica e econômica do sistema como solução sustentável para o tratamento de água em áreas de recursos limitados.

Temperatura

A temperatura da água foi monitorada para avaliar sua estabilidade e possíveis variações ao longo do tempo (Figura 8). Os resultados demonstraram uma oscilação significativa, com valores variando entre 7 °C e 25 °C, refletindo as mudanças nas condições ambientais, já que o sistema foi operado em ambiente aberto e parcialmente exposto. Durante o período, observou-se uma tendência de flutuações regulares, com picos e quedas diretamente influenciados pelo clima local, evidenciando a interação entre fatores ambientais e a operação do sistema.

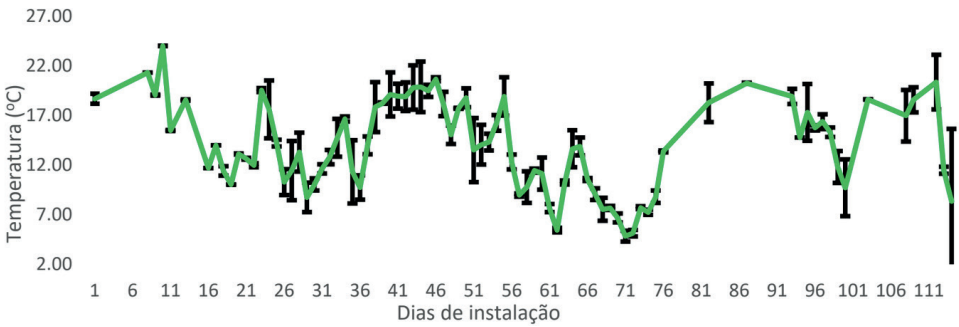


Figura 8 – Variação da temperatura no sistema de filtração nos 117 dias de monitoramento.

Fonte: Autora, 2024.

Conforme Lima (2020), a temperatura da água desempenha importante papel no desempenho dos filtros lentos, influenciando diretamente a atividade biológica da camada *Schmutzdecke*. Temperaturas mais elevadas tendem a acelerar os processos biológicos, promovendo maior eficiência na retenção de partículas e microrganismos. Em contrapartida, temperaturas mais baixas podem reduzir temporariamente a atividade

microbiológica, impactando a eficiência do sistema na remoção de contaminantes. Freitas (2017) complementa que, em climas temperados, como o da região onde este estudo foi desenvolvido, o controle da temperatura não é geralmente um fator crítico, pois as oscilações térmicas típicas permanecem dentro de uma faixa operacional tolerável.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o sistema apresentou resiliência às variações térmicas, com a temperatura permanecendo dentro do intervalo adequado para a maioria dos microrganismos presentes na *Schmutzdecke*, conforme destacado por Baldez (2023). A faixa térmica observada, entre 7 °C e 25 °C, está em conformidade com as condições consideradas favoráveis por Murtha (1998) e Freitas (2017), que indicam que os microrganismos dessa camada conseguem ajustar seu metabolismo de maneira eficiente às condições térmicas nessa faixa, mantendo a eficiência microbiológica do sistema.

No entanto, medidas adicionais, como o sombreamento ou o isolamento parcial do sistema, poderiam ser implementadas para mitigar os efeitos de variações térmicas mais extremas, conforme recomendam Maciel (2018) e Baldez (2023). Tais estratégias podem ser especialmente importantes em regiões com grande amplitude térmica, promovendo maior robustez e estabilidade operacional.

Os achados deste estudo corroboram os resultados reportados por Da Silva et al. (2018), que observaram manutenção da eficiência de filtros lentos em zonas rurais com condições térmicas similares. Além disso, as diretrizes da NBR 12216:1992 destacam que o planejamento de sistemas de filtração deve levar em conta as condições climáticas locais, a fim de garantir a eficiência e a estabilidade do sistema.

Em conclusão, as variações térmicas observadas neste estudo não comprometeram a eficiência do sistema de filtração. Esses resultados destacam a robustez dos filtros lentos em condições climáticas moderadas, reforçando sua aplicabilidade em comunidades rurais que enfrentam variações térmicas dentro da faixa tolerável para os microrganismos da *Schmutzdecke*. Tal desempenho confirma a estabilidade e a eficácia do sistema no tratamento de água em contextos ambientais diversificados.

Camada Microbiológica (Schmutzdecke)

A camada microbiológica, ou *Schmutzdecke*, desempenha um papel relevante no desempenho de filtros lentos, funcionando como uma barreira viva capaz de reter partículas, decompor matéria orgânica e eliminar microrganismos patogênicos. Formada na superfície dos materiais filtrantes, essa camada biológica é de grande relevância para a eficiência microbiológica do sistema (Murtha (1998); Freitas (2017).

Neste estudo, amostras da *Schmutzdecke* foram coletadas dos filtros F1 e F2 no 85º dia de operação e analisadas em laboratório externo. Conforme descrito na metodologia, a coleta foi realizada por raspagem da camada superficial, preservando a integridade da microbiota. A análise microbiológica concentrou-se na identificação qualitativa de microrganismos comumente encontrados em sistemas de filtração lenta, como nematódeos, tecamebas, ciliados e heliozoários (Murtha, 1998; Klein *et al.,* 2017). Os resultados estão apresentados na Figura 9.

No Filtro 1 (Figuras 9A e 9B), os flocos apresentaram uma estrutura fragmentada, com pontos arredondados e compactos conectados por filamentos estruturais. A microbiota era composta majoritariamente por ciliados livres e flagelados, além de algas e cianobactérias. Foram identificados, por gota de amostra (20 μL), 18 flagelados, 37 ciliados livres, 7 ciliados reptantes, 15 rotíferos e 4 metazoários.

Por sua vez, o Filtro 2 (Figuras 9C e 9D) apresentou maior densidade microbiológica, indicando uma camada biológica mais consolidada. Foram registrados 458 flagelados, 106 ciliados livres e 15 rotíferos, além de algas e cianobactérias. Essa maior densidade sugere um elevado potencial para retenção de partículas e microrganismos patogênicos. Contudo, o Filtro 2 enfrentou problemas operacionais, como entupimentos frequentes, que exigiram manutenções regulares e impactaram sua funcionalidade. A retrolavagem e raspagens controladas, realizadas de forma sistemática, foram essenciais para manter a eficiência e funcionalidade da *Schmutzdecke* ao longo do estudo, conforme recomendado por Baldez (2023).

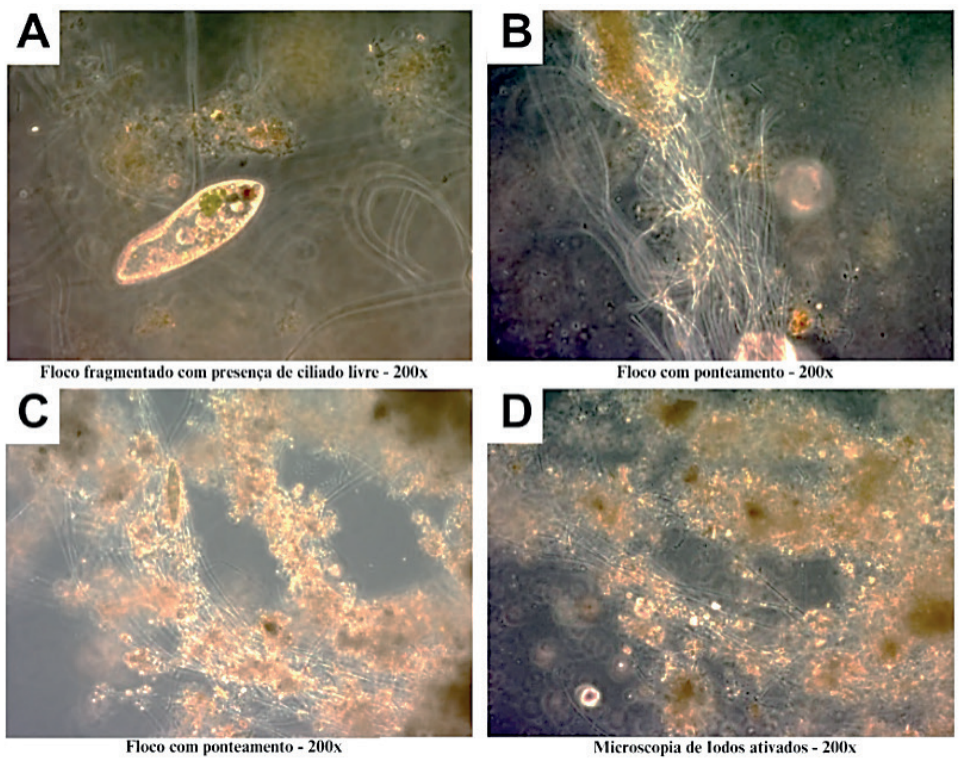


Figura 9 - Camada microbiológica (*Schmutzdecke*) dos filtros obtidas por microscopia de lodos ativados. Onde: A - Floco fragmentado com ciliado livre no filtro 1 (200x); B - Floco com ponteamento no filtro 1 (200x); C - Floco com ponteamento no filtro 2 (200x); D – Microscopia de lodos ativados filtro 2 (200x).

Fonte: Relatório de análise microbiológica: microscopia de lodos ativados, relatórios 4178.2024_Ef_1_1 e 4179.2024_Ef_2_1 Rev_1.

Os resultados obtidos com a caracterização da *Schmutzdecke* evidenciaram sua capacidade de adaptação às condições operacionais e ambientais. Além disso, reforçaram que práticas operacionais adequadas, como a retrolavagem e o monitoramento contínuo, são indispensáveis para garantir a eficiência dos sistemas de filtração, preservar a funcionalidade da camada biológica e assegurar a continuidade do fluxo durante a filtração (De Souza et al. 2022). Esses achados ressaltam o potencial dos filtros lentos como soluções sustentáveis para o tratamento de água em comunidades rurais.

Monitoramento da Água Bruta – Comunidade Aratinga

Os resultados dos parâmetros turbidez, pH e temperatura da água bruta proveniente da comunidade Aratinga, monitorados em sete dias distintos após a passagem pelo filtro lento F1 (Tabela 2), apresentaram comportamentos consistentes e alinhados com os dados previamente obtidos utilizando água da companhia de saneamento municipal.

	Turbidez (UHT)		pH		Temperatura (ºC)
Dia	**Água bruta**	**Água filtrada**	**Água bruta**	**Água filtrada**	**Água**
1	3,24	2,16	5,32	6,74	14,90
DSP[a]	0,06	0,04	0,02	0,01	2,33
2	6,31	1,12	6,14	6,70	14,97
DSP	0,71	0,03	0,01	0,01	0,95
3	2,42	1,45	6,29	6,56	12,23
DSP	0,04	0,02	0,01	0,02	3,20
4	3,82	1,11	6,37	6,64	15,60
DSP	0,19	0,01	0,02	0,01	0,72
5	3,73	0,64	6,06	6,12	22,80
DSP	0,54	0,04	0,02	0,02	1,39
6	3,38	0,56	6,24	6,12	23,67
DSP	0,51	0,02	0,01	0,01	0,58
7	3,06	0,35	6,39	6,29	24,60
DSP	0,60	0,01	0,02	0,01	1,56

Tabela 2 – Resultados do monitoramento dos parâmetros turbidez, pH e temperatura na água bruta oriunda da comunidade Aratinga, após passagem pelo F1.

[a]DSP – Desvio Padrão. Fonte: Autora, 2024.

Para o parâmetro turbidez, a água filtrada apresentou valores médios baixos, variando de 2,16 UHT no primeiro dia a 0,35 UHT no sétimo dia. Essas reduções foram notáveis em relação à água bruta, cujas médias variaram entre 3,24 UHT e 6,31 UHT. A eficiência do F1 na remoção de turbidez foi evidente, mesmo com valores iniciais mais elevados, demonstrando um desempenho consistente e confiável em diferentes condições da água bruta.

O parâmetro pH manteve-se estável ao longo do processo de filtração. Os valores médios da água filtrada variaram entre 6,12 e 6,74, permanecendo dentro dos limites recomendados para potabilidade. A água bruta apresentou uma leve variação, com médias entre 5,32 e 6,39, evidenciando que o sistema não alterou quimicamente a composição da água, garantindo sua segurança e adequação para consumo.

Quanto à temperatura, os valores médios da água filtrada oscilaram entre 14,90 °C e 24,60 °C, refletindo as variações naturais observadas na água bruta (com médias similares). Essas flutuações foram determinadas pelas condições climáticas locais, mas não comprometeram o desempenho do sistema, que demonstrou resiliência às mudanças ambientais. Esses resultados reforçam a adaptabilidade e eficiência do F1 no tratamento da água bruta oriunda da comunidade Aratinga.

Durante o monitoramento microbiológico realizado no 1^0 e no 7^0 dia, não foi detectada a presença de coliformes totais ou *Escherichia coli*, confirmando a eficiência microbiológica do sistema. Essa ausência de microrganismos patogênicos destaca a capacidade do F1 de proporcionar uma água segura para consumo humano.

A consistência nos resultados obtidos demonstra que o sistema é uma solução robusta e aplicável em condições reais, especialmente em localidades rurais que enfrentam desafios de acesso à água tratada. Além disso, a capacidade do filtro de operar eficientemente com água bruta de diferentes origens reforça sua potencialidade como uma alternativa viável para o tratamento em comunidades isoladas.

Filtração Lenta – Estado da Arte

A Tabela 3 apresenta uma revisão sobre o uso da filtração lenta em periódicos internacionais, com base em estudos encontrados por meio das palavras-chave em inglês: slow sand filter, double filter layer, single layer, sand, anthracite, drinking water, rural communities e water treatment, utilizando o Portal de Periódicos da Capes. A tabela reúne pesquisas que demonstram avanços na aplicação da filtração lenta, evidenciando sua eficiência em diferentes contextos e condições experimentais. Os estudos revisados empregam materiais filtrantes, como areia de granulometrias variadas e pedregulho, e avaliam parâmetros de potabilidade importantes, incluindo turbidez, pH, carbono orgânico dissolvido - COD, nitrogênio amoniacal – NH_3-N e micro-organismos patogênicos, como bactérias, protozoários e vírus. Os resultados confirmam que a filtração lenta é uma tecnologia robusta e versátil, com alta eficiência na remoção de poluentes e aplicações em águas de diferentes origens, desde fontes brutas locais (superficial e subterrânea) até sistemas sintéticos de laboratório, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade da água em contextos rurais e urbanos.

Autores/Pais	Material filtrante e suporte	Parâmetros de potabilidade monitorados	Tipo de amostra	Eficiência dos filtros lentos – principais resultados
Liu, Li e Li (2023)/China	areia fina, e grossa, pedregulho fino e grosso.	turbidez, nitrogênio amoniacal, fósforo total, e carbono orgânico dissolvido.	água sintética (laboratório).	Boa eficiência na remoção de contaminantes dependendo do tipo de filtro e condições de operação.
Agrawal, Sharma e Sharma (2021)/India	areia fina, pedregulho fino e grosso.	pH, oxigênio dissolvido, cor, sólidos totais dissolvidos, turbidez, salinidade e condutividade	água bruta coletada de uma fonte local.	De forma geral, as características químicas, físicas e biológicas da água bruta foram significativamente melhoradas.
Andreoli e Sabogal-Paz (2020)/Brasil	areia fina e grossa, pedregulho fino e grosso	*E. Coli, G. muris cysts and C. parvum oocysts* turbidez, temperatura, pH, carbono orgânico total, oxigênio dissolvido.	água subterrânea	Os filtros foram eficazes, especialmente após a maturação biológica acelerada pela introdução de água de rio.
Ji et al. 2022/ China	areias de diferentes granulometrias	carbono orgânico dissolvido, nitrogênio amoniacal, turbidez e pH e metais traço.	água bruta coletada em diferentes pontos e água sintética	A eficiência dos filtros variou com o tamanho das partículas, com altas taxas de remoção dos poluentes.
Napotnik, Baker e Jellison, 2021/Estados Unidos	areia de diferentes granulometrias	bactérias (coliformes totais e *E. coli*, protozoário (*Cryptosporidium parvum*) e vírus (MS2 *colifago*).	água sintética	Alta eficiência na remoção de cistos de protozoários, bactérias e vírus.
Freitas e Sabogal-Paz, 20119/Brasil	areia fina e grossa	*E. Coli*, turbidez,	água sintética	alta remoção de turbidez e *E. Coli* operando em condições diversas.

Tabela 3 – Compilado de publicações em periódicos internacionais a respeito do tema filtração lenta.

Fonte: Autora, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este estudo confirmou a eficácia de filtros lentos em escala domiciliar para o tratamento de água, demonstrando que o sistema é uma solução viável e sustentável para comunidades rurais com acesso limitado a água tratada. A eficiência na remoção de turbidez, a estabilidade do pH e a resiliência às variações de temperatura evidenciaram o potencial dos filtros lentos em melhorar a qualidade da água sem a necessidade de recursos tecnológicos complexos. A análise microbiológica da água tratada revelou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli,* comprovando a segurança microbiológica do sistema e reforçando sua eficácia na proteção contra doenças de transmissão hídrica. Além disso, a camada biológica (*Schmutzdecke*) demonstrou ser um componente importante para a retenção de partículas e microrganismos, reforçando o papel desse sistema como uma alternativa robusta para garantir a segurança hídrica.

A aplicação do sistema com água bruta da comunidade Aratinga, representando condições reais de uso, validou sua adaptabilidade e eficiência em cenários práticos. Os resultados obtidos indicam que filtros lentos podem ser implantados em comunidades isoladas como uma solução acessível, de fácil manutenção e com impacto positivo direto na saúde pública.

Ao alinhar-se às diretrizes da NBR 12216:1992 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), este trabalho apresenta uma alternativa técnica e econômica para o tratamento de água, promovendo a replicabilidade do sistema em diferentes contextos rurais e contribuindo diretamente para o alcance do ODS 6. Estudos futuros poderão focar em melhorias no design dos filtros, ampliar o monitoramento microbiológico e avaliar a eficiência do sistema em condições climáticas variadas e com fontes de água mais complexas. Além disso, parâmetros de projeto como profundidade do leito filtrante, distribuição granulométrica dos materiais, taxa de filtração e altura da camada sobrenadante serão avaliados para otimizar o desempenho do sistema.

REFERÊNCIAS

Abdiyev, K.; Azat, S.; Kuldeyev, E.; Ybyraimkul, D.; Kabdrakhmanova, S.; Berndtsson, R.; Khalkhabai, B.; Kabdrakhmanova, A.; Sultakhan, S. Review of Slow Sand Filtration for RawWater Treatment with Potential Application in Less-Developed Countries. **Water**, 15, 2007, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/w15112007.

Agência Nacional de Águas - ANA. Relatório Nacional sobre o ODS 6 – Brasil. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2023.

Agrawal, A.; Sharma, N.; Sharma, P. Designing a low-cost slow sand filter for domestic use to improve water quality parameters. **Materials Today: Proceedings**, v. 43, p. 1582-1586, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.450.

Andreoli, F. C.; Sabogal-Paz, L. P. Household slow sand filter to treat groundwater with microbiological risks in rural communities. Water Research, v. 186, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116352.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 11799:2016 - Material filtrante – Areia, antracito e pedregulho – Especificação**. Rio de Janeiro, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12216:1992 - Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público**. Rio de Janeiro, 1992.

Baldez, S. D. Estudo de dimensionamento de filtro lento retrolavável de camada simples (areia) e dupla camada filtrante (areia e antracito). Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, 2023.

Barros, T. C. de. Avaliação da remoção de turbidez em filtros do tipo rápido de fluxo descendente sob diferentes concentrações de pré-cloração. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Alagoas, Campus Sertão, Delmiro Gouveia, AL, 2019.

Bianchi, A. F.; dos Santos, S. S. C.; Sasso, E. L.; Ferrarini, S. F.; Berreta, M. dos S. R. Avaliação da qualidade da água em pontos de captação na comunidade Aratinga, São Francisco de Paula/RS. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 13., Teresina/PI, 2022. DOI: 10.55449/congea.13.22.VIII-019.

Brasil. **Ministério da Saúde. Portaria MS 888**, de 4 de maio de 2021. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

Da Silva, D. E.; Cordeiro, J.; Calazans, G. M.; Vieira, E. D.; Sousa Pereira, S. L. C. Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente situada na zona rural de Passabém – MG. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 7, n. 6, p. 25-30, 2018.

De Souza, G. S.; Teixeira, G. L.; Conde, I. A.; Rodrigues, J. V. Filtros Lentos Domiciliares (FLDs) aplicados ao tratamento de água em comunidades isoladas: uma breve revisão crítica. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Anhembi Morumbi, SP, 2022.

Dos Santos, G. S.; Paes, T. A. S. V.; Pessoa, T. B. A. Qualidade da água de consumo de comunidades rurais do Vale do Jiquiriçá (Bahia): análise microbiológica e percepção dos indivíduos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 2, p. 2-16, 2023.

Freitas, B. L. S. Filtros lentos em escala domiciliar como alternativa de tratamento de águas com risco microbiológico em comunidades isoladas. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

Freitas, B. L. S.; Sabogal-Paz, L. P. Pretreatment using Opuntia cochenillifera followed by household slow sand filters: technological alternatives for supplying isolated communities. Environmental Technology. 2019. ISSN: 0959-3330. DOI: https://doi.org/10.1080 /09593330.2019.1582700.

Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Huisman, L.; Wood, W. E. **Slow Sand Filtration**. Geneva: World Health Organization, 1974. ISBN 9241540370.

Ji, X.; Zhao, C.; Lv, Y.; Yang, J.Y.; Li, B. Influence of Particle Size of River Sand on the Decontamination Process in the Slow Sand Filter Treatment of Micro-Polluted Water. Water 2022, 14, 100. DOI: https://doi.org/10.3390/w14010100

Klein, L. R.; Bisognin, R. P.; Figueiredo, D. M. Dos S. Estudo do perfil epidemiológico dos surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Rio Grande do Sul: uma revisão dos registros no Estado. **Hygeia**, v. 13, n. 25, p. 48-64, 2017.

Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Liu, H.; Li, X.; Li, N. Application of bio-slow sand filters for drinking water production: Linking purification performance to bacterial community and metabolic functions. Journal of Water Process Engineering, v. 53, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103622.

Llima, A. De J. Análise comparativa da eficiência de filtros lentos com meios filtrantes convencionais e não convencionais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

Maciel, P. M. F. Filtração lenta domiciliar como alternativa de tratamento de água em comunidades isoladas: eficiências com e sem controle de nível da água e estímulo do amadurecimento. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

Maiyo, J. K.; Dasika, S.; Jafvert, C. T. Slow sand filters for the 21st century: A review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 1019, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20021019.

Ministério da Saúde. **Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA). Informe técnico.** Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, 2024.

Murtha, N. A. Avaliação da influência de variáveis hidráulicas, parâmetros de projeto e das características da água bruta na eficiência de filtros lentos de areia. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

Mwabi, J. K.; Mamba, B. B.; Momba, M. N. B. Removal of Escherichia coli and Faecal Coliforms from Surface Water and Groundwater by Household Water Treatment Devices/Systems: A Sustainable Solution for Improving Water Quality in Rural Communities of the Southern African Development Community Region. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 9, p. 139-170, 2012. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph9010139. ISSN 1660-4601.

Napotnik, J. A.; Baker, D.; Jellison, K. L. Influence of sand depth and pause period on microbial removal in traditional and modified biosand filters. Water Research, v. 189, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116577.

Pizzolatti, B. S. Estudos de limpeza de filtro lento por raspagem e retrolavagem. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.

Trata Brasil. **Ranking do Saneamento 2024**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024.

Unesco. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – Água para Todos: Soluções Inovadoras**. Paris: UNESCO, 2024.

Yamaguchi, M. U.; Cortez, L. E. R.; Ottoni, L. C. C.; Oyama, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.

CAPÍTULO 7

ESTRATÉGIAS ECOLÓGICAS DA ARQUITETURA E URBANISMO APLICÁVEIS AO PLANEJAMENTO DA ZONA ESPECIAL DE INTERESSE ECOLÓGICO DO LAGO SÃO BERNARDO EM SÃO FRANCISCO DE PAULA/RS

Cristiane Sofia Kaiser

Márcia dos Santos Ramos Berreta

RESUMO: Este estudo tem como objetivo principal investigar as estratégias ecológicas de arquitetura e urbanismo que podem ser aplicadas às propriedades privadas e públicas no entorno do Lago São Bernardo, localizado no município de São Francisco de Paula–RS. As estratégias propostas fundamentam-se nas concepções e instrumentos da Paisagem Infraestrutural (Infraestrutura Verde e Arquitetura Ecológica), visando preservar os serviços ecossistêmicos locais e conservar a paisagem que compõem a identidade desse lugar. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico e observação *in situ*. Neste contexto, foi analisada a infraestrutura atual disponível ao redor do Lago, identificados os desafios sociais e ambientais associados à ocupação urbana dessa região e levantado o arcabouço legal de proteção da área circundante. Além disso, foram investigadas as estratégias ecológicas de arquitetura e urbanismo aplicáveis. A intenção do estudo é contribuir para a estruturação e a tomada de decisões relacionadas ao planejamento urbano da Zona Especial de Interesse Ecológico do Lago São Bernardo. As soluções propostas visam à preservação da paisagem por meio de estratégias da Paisagem Infraestrutural, que incorporam a ecologia como uma tecnologia aplicável ao planejamento urbano e ambiental, trazendo benefícios a todos os atores envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagem Infraestrutural, Infraestrutura Verde, Arquitetura Ecológica, Planejamento Urbano e Ambiental.

ECOLOGICAL STRATEGIES OF ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING APPLICABLE TO THE PLANNING OF THE SPECIAL AREA OF ECOLOGICAL INTEREST OF LAKE SÃO BERNARDO IN SÃO FRANCISCO DE PAULA/RS

ABSTRACT: This study aims to investigate the ecological strategies of architecture and urbanism that can be applied to private and public properties surrounding Lake São Bernardo, located in the municipality of São Francisco de Paula–RS. The proposed strategies are based on the concepts and tools of Infrastructure Landscape (Green Infrastructure and Ecological Architecture),

aiming to preserve local ecosystem services and conserve the landscape that constitutes the identity of this place. To achieve this, a bibliographic survey and *in situ* observation were conducted. In this context, the current infrastructure available around the lake was analyzed, the social and environmental challenges associated with urban occupation in this region were identified, and the legal framework for protecting the surrounding area was outlined. Additionally, applicable ecological strategies of architecture and urbanism were investigated. The intention of the study is to contribute to the structuring and decision-making related to urban planning in the Special Ecological Interest Zone of Lake São Bernardo. The proposed solutions aim to preserve the landscape through Infrastructure Landscape strategies that incorporate ecology as an applicable technology for urban and environmental planning, bringing benefits to all stakeholders involved.
KEYWORDS: Infrastructural Landscape, Green Infrastructure, Ecological Architecture, Urban and Environmental Planning.

INTRODUÇÃO

Por muito tempo as questões ambientais, sociais e urbanas foram tratadas de forma isolada, porém elas estão intimamente ligadas e se influenciam mutuamente. A degradação ambiental, em constantes ocasiões, é resultado das ações antrópicas que impactam a vida em diferentes ecossistemas, tanto do ponto de vista social, quanto ambiental. A interação entre as pessoas, o ambiente natural e as instituições sociais provoca mudanças amplas, dinâmicas e complexas em nossa realidade. Assim, as pesquisas que adotam essa visão integrada auxiliam no entendimento de como as comunidades utilizam e se apropriam do espaço natural, além de permitir a identificação dos impactos socioambientais que podem advir dessas dinâmicas (Cardoso, 2018).

Amorim e Cordeiro (2004) destacam que a rápida expansão das cidades nos últimos anos gerou uma série de consequências que afetam os ambientes naturais de maneira significativa. Uma das principais preocupações é a deterioração da qualidade da água, o que torna o processo de captação e tratamento de água e esgoto mais complexo e custoso. Além disso, a urbanização acarreta problemas como a impermeabilização do solo, que impede a absorção das chuvas, a erosão nas margens dos rios e o assoreamento dos corpos d'água, prejudicando a vida aquática e a fauna local. Santos e Galvão (2023) enfatizam que as atividades humanas nesses ecossistemas urbanos impactam não apenas a qualidade de vida das pessoas, mas também o clima, tanto em nível local quanto global, além de alterarem a utilização do solo. Essas intervenções resultam em consequências diretas para a qualidade da água, do ar e do solo, além de afetarem a biodiversidade. Portanto, é fundamental reavaliar o planejamento urbano, buscando um equilíbrio entre o crescimento das cidades e a preservação dos recursos naturais.

Dramstad, Olson e Forman (1996) já abordavam em suas pesquisas sobre Ecologia da Paisagem, arquitetura paisagista e uso do solo, a importância das infraestruturas ecológicas[1] como fundamentais para a criação de uma paisagem urbana sustentável.

1. A infraestrutura ecológica (IE) refere-se a uma rede ecológica estrategicamente planejada e projetada para fornecer serviços ecossistêmicos, promovendo a biodiversidade e a resiliência dos ecossistemas, enfatizando a importância dessas estratégias na integração da natureza no meio social (UNESCO, 1984 pelo programa "O Homem e a Biosfera").

Essas infraestruturas podem estabelecer conexões entre áreas isoladas e mitigar os efeitos da fragmentação dos habitats. No Brasil, o crescimento urbano acelerado, especialmente a partir da segunda metade do século XX, não priorizou a preservação de áreas verdes. Como resultado, o desafio atual consiste em implementar um planejamento urbano que promova transformações em áreas já ocupadas. Nesse contexto, estudos sobre a introdução de áreas verdes são essenciais para incentivar mudanças significativas nesse cenário (Olak *et al*., 2020).

Assim, as interações entre as políticas urbanas e ambientais formam um cenário complexo e conflituoso, moldado historicamente por objetivos, processos concretos e mecanismos políticos institucionais específicos. Atualmente, isso se traduz em grandes desafios para a resolução simultânea das demandas urbanas e a garantia da sustentabilidade, especialmente em áreas protegidas. É fundamental a implementação de políticas urbanas e projetos que possam intervir nessas regiões, respeitando e preservando tanto seus atributos ambientais quanto suas dinâmicas sociais e características urbanas preexistentes. Para isso, é necessário compreender as possibilidades de convergência entre os instrumentos normativos e regulatórios, tanto ambientais quanto urbanos, os projetos de intervenção nos espaços protegidos e a realidade de cada uma dessas áreas. Além disso, deve-se considerar a persistência, muitas vezes conflituosa, de diferentes concepções que se desenvolveram ao longo do tempo nas políticas ambientais e urbanas, assim como a necessidade de estabelecer consensos e posições claras sobre o que significa preservar, recuperar ou mesmo ocupar áreas com proteção ambiental (Alvim *et al*., 2014).

O município de São Francisco de Paula, que se localiza no planalto norte do estado do Rio Grande do Sul, na Região dos Campos de Cima da Serra, por conta de sua identidade campeira, além das belas paisagens naturais do Bioma Mata Atlântica e sua proximidade geográfica com os municípios turísticos de Cambará do Sul, Gramado e Canela, exerce uma grande atração tanto de turistas como investidores imobiliários. Do total de turistas que visitam o município, 64,67% são oriundos do Rio Grande do Sul, 20,40% de Santa Catarina e 14,93% dos demais Estados e Distrito Federal, conforme o Relatório de Análise de Fluxo Turístico do Sebrae (2022).

Devido a sua origem e sua apropriação, o Lago São Bernardo é um elemento de complexidade, com muitos parâmetros para análise, pois com essa ocupação foram sendo identificados desafios urbanos relacionados às questões sociais e ambientais. O cenário atual busca o equilíbrio para o desenvolvimento de normativa que abranja ao máximo os desafios envolvidos no presente e o seu impacto futuro, causados pelos atores do processo, uma temática contemporânea.

A partir dessa realidade, surge a questão para reflexão: É possível estabelecer consenso entre políticas urbanas e ambientais cujos objetivos, desafios e prioridades se apresentam muitas vezes em confronto? Como negociar possibilidades de gestão do território que acomodem os interesses conflitantes das políticas sociais, urbanas e das ambientais, se as primeiras enfrentam o desafio de equacionar o ordenamento territorial e urbano, enquanto a última tem como meta prioritária a preservação e recuperação dos recursos naturais?

Esta pesquisa demonstra estratégias ecológicas de arquitetura e urbanismo fundamentais para garantir o estado de conservação atual do Lago São Bernardo e seu entorno, que são condições mínimas para manter os serviços ecossistêmicos e sua paisagem. E como específicos, fazer a leitura da paisagem com o levantamento da infraestrutura atual, investigar sobre a legislação incidente no Lago e elencar os desafios urbanos, sociais e ambientais do território.

O estudo adota uma abordagem qualitativa com caráter exploratório e descritivo. Para a coleta de dados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que envolveu a revisão de conceitos relevantes ao tema, abrangendo 12 publicações, incluindo artigos, dissertações e teses que tratam de áreas protegidas, com ênfase em lagos e lagoas. Além disso, foram realizadas saídas a campo para a elaboração de um croqui espacial, que possibilitou o reconhecimento da infraestrutura existente e a identificação dos elementos da paisagem. Esses registros foram documentados no aplicativo Wikiloc, o que facilitou a visualização e a localização precisa dos elementos; posteriormente, os dados foram vetorizados sobre uma imagem do Google Earth do ano de 2024. A pesquisa documental incluiu a análise de leis e decretos que afetam a área ao redor do lago, contribuindo para uma compreensão abrangente do arcabouço legal vigente.

Em relação às estratégias de Paisagem Infraestrutural, como Infraestrutura Verde e Arquitetura Ecológica, foram utilizados artigos e livros especializados para embasar a análise. Uma entrevista foi realizada com um arquiteto urbanista residente em São Francisco de Paula, um especialista na temática abordada por este estudo. O encontro resultou na elaboração de uma Matriz SWOT (ou FOFA, em português), que se revelou essencial para identificar as potencialidades e limitações da ocupação urbana, tanto no contexto atual quanto em perspectivas futuras, no entorno do Lago São Bernardo. Adicionalmente, foram debatidas questões subjetivas relacionadas aos desafios enfrentados e às estratégias de arquitetura e urbanismo ecológicos que podem ser aplicadas em espaços privados e públicos.

O LAGO SÃO BERNARDO

O Lago São Bernardo é um dos destinos turísticos mais populares de São Francisco de Paula, situado na Região Turística das Hortênsias, no Rio Grande do Sul. Conforme destacado por Fonseca (2012), trata-se de uma construção artificial alimentada por oito nascentes, apresentando aproximadamente 700 metros de comprimento, 200 metros de largura e profundidade variando entre 5 e 8 metros. Seu perímetro de 1.900 metros é delimitado pela Rua Alziro Torres Filho. A idealização do Lago foi impulsionada pela visão turística do Coronel Alziro Torres Filho, que ocupou o cargo de prefeito entre 1937 e 1946.

A área florestal, predominantemente de Mata com Araucárias, localizada à esquerda de quem chega pela Rua Alziro Torres Filho, pertencia às famílias Andrade e Traslatti. O loteamento “São Bernardo” foi desenvolvido na parte das terras que anteriormente pertenciam aos Traslatti. As primeiras construções residenciais começaram a surgir na década de 1960. Moradores mais antigos lembram que, antes da criação do lago, havia dois pequenos açudes naquele local. Um deles estava situado perto da grutinha à direita,

de onde também fluía um arroio, enquanto o outro ocupava o local da atual ilha artificial. Entre os dois açudes, existia um banhado, além de outro que se localizava após o açude de água limpa, rumo ao Hotel Cavalinho Branco.

A criação deste lago artificial, na verdade, um açude, entre 1944 e 1946, não apenas embelezou a paisagem local, mas também estimulou a ocupação da área com construções a partir da década de 1960. Contudo, foi apenas no início dos anos 1990 que se realizou um levantamento planialtimétrico da área, acompanhado de estudos abrangentes para a despoluição de suas águas, que eram contaminadas pelo esgoto proveniente do centro da cidade. Os planos incluíam um estudo paisagístico completo, a pavimentação do entorno, a construção de uma marina, a instalação de um estacionamento à beira do Lago e a criação de diversos recantos com bancos ao longo de sua margem. Também estava prevista a introdução de carpas e a promoção de atividades esportivas aquáticas.

Em 2007, foi aprovada a primeira legislação voltada à regulação e proteção do entorno do Lago. Em 2019, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental Integrado criou a Zona Especial de Interesse Ecológico (ZEIE), reconhecendo a importância da preservação desta área. Mais recentemente, em 2023, iniciou-se a elaboração de um projeto de lei que visa normatizar a ZEIE do Lago São Bernardo, culminando em sua aprovação em 23 de dezembro de 2024 (São Francisco de Paula, 2024).

A PAISAGEM INFRAESTRUTURAL E A INFRAESTRUTURA VERDE

Paisagem é o resultado de um processo de construção da sociedade, de acordo com suas necessidades e técnicas, ao longo do tempo, cumulativa e contínua em um espaço, uma transformação antrópica gradativa de paisagens naturais para culturais. Sauer (2016) define a paisagem como a expressão real das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza num determinado espaço e num período definido. De acordo com Duarte *et al*. (2020), a paisagem se revela de maneira mais clara a partir do cotidiano, uma vez que a percebemos como uma inter-relação entre o sujeito e o lugar, o que nos leva a desenvolver um sentimento de pertencimento.

Duarte *et al*. (2020) entendem que é possível tratar a paisagem como bem comum ao abordá-la na perspectiva do patrimônio cultural, o que facilitaria a sua proteção. No entanto, salientam os autores, a conservação da paisagem depende não só do reconhecimento de seu valor pela população e sua proteção, mas também do desejo de manter o bem e de ações que efetivamente o coloquem em prática.

A Paisagem Infraestrutural é um conceito onde a paisagem é considerada com infraestrutura, geradora de uma série de benefícios, enquanto a ecologia torna-se a nova engenharia, ou ainda, a "produção de serviços essenciais à habitabilidade e ao bem-estar da população" (Pellegrino; Moura, 2017). Neste contexto, a expressão "Paisagem Infraestrutural" refere-se à forma como a infraestrutura (estradas, edifícios, praças, pontes)

pode se integrar e moldar a paisagem de um determinado lugar. Essa relação é importante porque a infraestrutura não apenas facilita a mobilidade e o acesso, por exemplo, mas também influencia a estética, a utilização do espaço e as interações sociais dentro das comunidades.

Para Belangér (2016), a ideia de paisagem como infraestrutura se torna cada vez mais evidente à medida que se reconhece a ecologia como uma nova forma de engenharia. O autor argumenta a favor do projeto de Infraestruturas Paisagísticas, que implica no planejamento estratégico de "Ecologias Infraestruturais", onde uma paisagem sintética composta por sistemas biofísicos vivos atua como uma infraestrutura urbana.

> Ao se considerar a paisagem como infraestrutura, que funciona como uma rede de condução e distribuição, capaz de movimentar pessoas, animais, plantas, materiais e processos ecológicos, essa concepção vai além da visão tradicional que a vê apenas como uma expressão estética. Além de fornecer serviços culturais, a paisagem assume um papel essencial na regulação do clima, da água e do solo, além de contribuir para a proteção e regeneração dos ecossistemas urbanos, assegurando o acesso aos serviços que suportam bens e produtos tanto no presente quanto no futuro (Pellegrino; Moura, 2017).

A Infraestrutura Verde surgiu na perspectiva de minimizar as interferências na paisagem. Priorizam intervenções de baixo impacto, criando espaços multifuncionais e flexíveis que possam desempenhar diversas funções ao longo do tempo. A Infraestrutura Verde traz, em sua proposta de origem, a introdução de uma mudança no modelo de desenvolvimento urbano, fundamentado em infraestruturas convencionais, denominadas Infraestruturas Cinzas. Essa abordagem contrasta com as novas alternativas técnicas de infraestrutura baseadas na natureza, que promovem a renaturalização e a revegetação, buscando respostas na sustentabilidade (Vasconcellos, 2015; Solera *et al.*, 2020).

Para um melhor entendimento do que compõe a Infraestrutura Verde, Solera et al. (2020), complementam sobre o potencial sustentável dessa estratégia por meio das soluções baseadas na natureza. Em múltiplas escalas, a Infraestrutura Verde tem sua aplicabilidade desde a paisagem à escala de projeto. Vasconcelos e Miyamoto (2023) trazem que as soluções de Infraestrutura Verde podem ser aplicadas, além das diversas escalas, em inúmeras tipologias, que integradas, compõem redes e sistemas. Estes autores classificam essas tipologias em corredores ecológicos, hortas urbanas, quintais produtivos, parques urbanos multifuncionais, cobertura e fachadas verdes, reabilitação e renaturalização de rios e lagoas, com recuperação de suas margens e matas ciliares. Outras tipologias surgem especificamente voltadas para captação, retenção, detenção, purificação ou reuso das águas, tais como: canteiros pluviais; jardins de chuva e filtrantes, biovaletas, bacias de retenção e sedimentação, alagados construídos, lagoas pluviais e lagoas secas. Para Benedict e McMahon (2006), os elementos e tipologias de Infraestrutura Verde precisam necessariamente promover funções ambientais e sociais. Ou seja, se a solução técnica proposta não possuir simultaneamente funções ambientais e de suporte à vida humana

nem contribuir indiretamente para estas funções em uma rede de Infraestrutura Verde, ela não será um componente dessa.

Costa (2013) afirma que na implementação de um ordenamento territorial a Infraestrutura Verde desempenha um papel fundamental ao se integrar com outras infraestruturas, como as relacionadas à mobilidade e acessibilidade. Ademais, contribui para a manutenção dos processos ecológicos, da biodiversidade e da sustentabilidade dos ecossistemas, promovendo a conectividade entre fragmentos naturais. Nesse sentido, é necessário estruturar eixos de circulação, criando circuitos alternativos para pedestres e ciclistas; gerenciar a drenagem das águas pluviais, regulando o ciclo hídrico e assegurando a condução segura dessas águas; oferecer infraestrutura para lazer, recreação e convivência social, além de servir como espaços de contemplação e apreciação estética.

Ahern (2007) denominou de "ABC" da Infraestrutura Verde aquelas funções baseadas no modelo de recursos abiótico, biótico e cultural, como pode ser observado no Quadro 1.

Abiótica	Biótica	Cultural
Integração entre Superfície e Água Subterrânea	Habitat para Espécies	Experiência com os Ecossistemas Naturais
Produção de Solo	Habitat Para Espécies Especialistas	Atividade Física
Manutenção do Regime Hidrológico	Corredores e Rotas Para o Movimento De Espécies	Experimentação da História Cultural
Ajuste de Distúrbio Natural	Conservação das Alterações e Sucessões Ecológicas	Senso de Isolamento e Inspiração
Ciclagem de Nutrientes	Produção de Biomassa	Oportunidade de Interações Sociais Saudáveis
Sequestro de Carbono e de Gases Efeito Estufa	Provimento de Reserva Genética	Estímulo À Expressão Artística
Modificação e Amenização de Extremos Climáticos	Suporte para Interação Flora-Fauna	Educação Ambiental

Quadro 1 - Funções "ABC" da Infraestrutura Verde

Fonte: Vasconcellos e Miyamoto (2023), adaptado de Ahern (2007).

Bonzi (2019) traz a importante contribuição dos benefícios da Infraestrutura Verde numa dimensão à Infraestrutura Paisagística para o funcionamento da cidade e o bem-estar dos humanos. Dentre os inúmeros benefícios ecológicos, sociais, econômicos e culturais, Vasconcellos (2015, p. 38) cita: a conservação da biodiversidade, o favorecimento ao funcionamento dos sistemas naturais; a proteção dos habitat e de suas conexões; a manutenção das florestas e de áreas cultiváveis; amenização climática; economia, uma vez que as soluções da Infraestrutura Verde são mais baratas que as da Infraestrutura Cinza, como sistema de drenagem, filtração e retenção de água; economia com gastos financeiros em mitigação de inundações e purificação da água, uma vez que previne enchentes e protege os mananciais de abastecimento de água potável; prevenção contra

processos erosivos; promoção da saúde física e mental do homem, através da relação homem-natureza; aumento da qualidade de vida; aumento das oportunidades de lazer em áreas externas; promove a educação ambiental; direciona o crescimento para fora das áreas risco de desastres naturais, como enchentes, incêndios e deslizamentos; proteção de áreas com potencial turístico, como monumentos naturais, e consequentemente, aumento das oportunidades de retorno financeiro; ajuda na determinação de onde se deve construir; aumenta o valor das propriedades e dos impostos de arrecadação do governo incidentes sobre elas; conciliação das correntes conservacionistas e desenvolvimentistas, reduzindo a oposição ao "desenvolvimento"; e promoção do sentimento de cidadania dentro das comunidades, através do estabelecimento de um consenso sobre seu futuro. Esses aspectos demonstram a relevância da Infraestrutura Verde como uma abordagem que integra desenvolvimento e conservação, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as comunidades.

Portanto, a Infraestrutura Verde é uma infraestrutura que serve às questões ambientais e sociais, sendo um sistema, uma rede física de suporte às atividades humanas em larga escala que alia a vegetação a um modo seguro de viver, protege a biodiversidade, aprimora a qualidade da água, de produzir alimentos e energia, ou seja, a interconexão de espaços verdes que conserva os valores e funções dos ecossistemas naturais e fornece benefícios às populações humanas. Ela contribui para um ambiente natural e construído de alta qualidade, necessária para fornecer habitabilidade para comunidades existentes e novas. As escalas são variadas e oferecem múltiplos serviços ecossistêmicos que beneficiam o bem-estar humano. É um sistema tecnológico de suporte aos processos ecológicos e sociais. É baseada no emprego de tecnologias de baixo valor agregado, com uma estrutura espacial descentralizada que utiliza sistemas vivos locais. É, ainda, uma infraestrutura resiliente a eventos extremos que se baseia nos processos da natureza, utiliza as forças naturais em benefício próprio e aproveita as forças de regeneração da natureza (Vasconcellos; Miyamoto, 2023). Sendo assim, torna-se uma prática de sustentabilidade ambiental em resposta às mudanças climáticas, como as já vivenciadas em maio de 2024, no Estado do Rio Grande do Sul.

No aspecto das edificações, tem-se a Arquitetura Ecológica que aborda a questão ambiental a partir dos três pilares da sustentabilidade que são: meio ambiente, promoção social e promoção econômica, gerando o menor impacto possível com o resultado mais eficiente. O projeto ecológico fundamenta-se em princípios científicos para alcançar resultados práticos de maneira simples e com baixo consumo energético, trata do uso racional que se traduz em uma estética que dialoga com seu tempo e lugar, e utiliza os materiais para respeitar suas características naturais, maximizando seu desempenho (Gauzin-Müller, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelam importantes cenários socioambientais que ajudam a elucidar melhor a problemática apresentada. Após uma análise dos dados coletados, percebe-se que as teorias e conceitos já estabelecidos auxiliam no alcance dos objetivos, mas também abrem portas para novas investigações e aplicações práticas. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos e suas possíveis repercussões.

A INFRAESTRUTURA ATUAL DO LAGO SÃO BERNARDO

O Lago São Bernardo é muito mais do que um recurso hídrico com grande potencial imobiliário. Ele é um dos pontos turísticos mais conhecidos da cidade, procurado pela maioria dos visitantes e pela comunidade são-franciscana, um importante lugar de lazer com o atributo da grande beleza cênica.

O acesso principal se dá pela cabeceira norte do Lago, sendo que ao sul está o Hotel Cavalinho Branco, a oeste as nascentes que abastecem o Lago, a leste estão o Parque das Oito Cachoeiras e o Parque Natural Municipal da Ronda, para onde se direciona as águas desse sistema hídrico. No trecho de via que conecta a Rua Marechal Floriano Peixoto com o Lago, há a presença de alguns estabelecimentos comerciais, como bar, restaurante e academia, e há espaço para estacionamento ao longo da via e um trecho composto por rocha aparente. No entorno do Lago predomina o uso residencial, com exceção do Hotel Cavalinho Branco.

Após esse trecho inicial, as visuais para o Lago se descortinam, mostrando a principal que é o espelho d'água do Lago com o Hotel Cavalinho Branco como pano de fundo. Neste trecho há uma rotatória com estacionamento, onde os carros, em número reduzido, podem ser estacionados. A partir de então, há a ciclofaixa ao longo de todo o perímetro, sendo que a rua assume um único sentido de entrada e saída para um melhor ordenamento. O passeio público é definido junto à margem do Lago, possibilitando caminhadas protegidas e o acesso aos espaços adjacentes com grande potencial de uso.

As águas pluviais e fluviais, provenientes dos terrenos mais elevados, são direcionadas ao Lago por meio de bueiros localizados junto ao meio-fio da via. Num determinado ponto, na entrada à direita, encontra-se o Mural dos Tropeiros, ornado por um espelho d'água que escoa para o Lago. Também, neste lado do Lago, aparece a instalação da rede elétrica pública, com fiação aérea. No entanto, os postes de iluminação pública do entorno, recebem a infraestrutura de maneira subterrânea, sendo que agregam à paisagem por se tratarem de elementos originais da época de implantação. Há um único ponto onde a ligação se faz aérea para o ponto de luz existente na ilha. Há rede de fornecimento de água e fibra óptica junto à rua Alziro Torres Filho.

Na paisagem do Lago, destacam-se os liquidâmbares que estão presentes em praticamente todo o perímetro, junto ao lago, proporcionando a percepção da passagem

das estações. Também são perceptíveis as araucárias isoladas ou em dossel e uma arquitetura mimetizada, na maior parte dos casos.

A infraestrutura e equipamentos do Lago ainda são compostos por sanitários, academia ao ar livre, local para registros fotográficos, escultura e santuário ecológico, áreas de estar, área de brinquedos, mural ao tropeiro, ilha, áreas de academia, trapiches, área dos pedalinhos, Praça Tiradentes, rua de eventos (Rua Engandin Tôrres), espaço gramado, rampa e degraus, ponto de água quente e quadra de areia, trazendo atrativos e possibilidade de eventos para a fruição do lugar. A sinalização existe, mas não é padronizada. O mobiliário urbano é esparso, não é valorizado ou bem distribuído e está em estado de manutenção precária.

A avaliação das pré-existências torna-se relevante para estabelecer o ponto de partida das intervenções, visando a preservação com melhorias. Na figura 02, segue o levantamento do cenário atual da infraestrutura do entorno do Lago São Bernardo, realizada a partir de uma leitura de paisagem.

Figura 1 - Mosaico de fotografias da infraestrutura atual do Lago São Bernardo

Fonte: Autoras (2024).

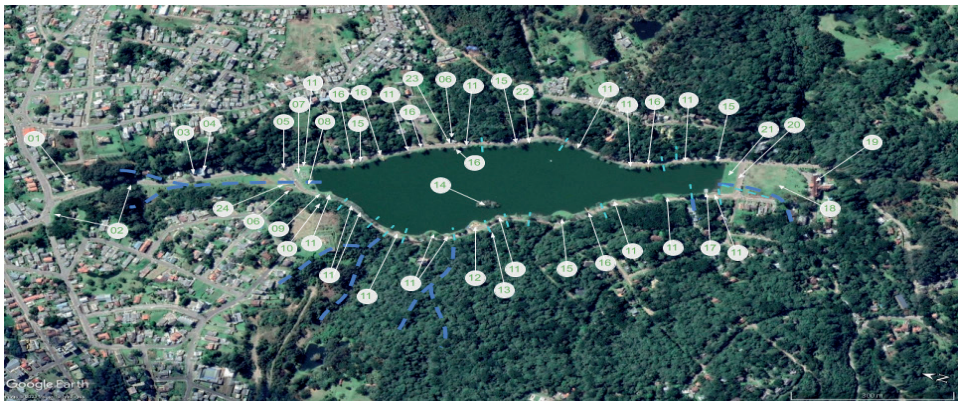


Figura 2 - Croqui do Lago São Bernardo com a infraestrutura atual, em 29 de novembro de 2024.

Imagem 01: croqui do Lago São Bernardo com a infraestrutura atual, em 29 de novembro de 2024.

Legenda: (1) restaurante; (2) trecho de passagem por rochas expostas (corte da estrada); (3) bistrô; (4) academia; (5) rotatória com estacionamento; (6) sanitário; (7) academia ao ar livre; (8) nome do município para fotos; (9) escultura; (10) santuário ecológico e mural; (11) área de estar; (12) área de brinquedos; (13) mural ao tropeiro; (14) ilha; (15) área de academia; (16) trapiche em madeira; (17) área dos pedalinhos; (18) Praça Tiradentes; (19) Hotel Cavalinho Branco; (20) rua de eventos (Rua Engandin Tôrres); (21) espaço gramado; (22) rampa e degraus; (23) ponto de água quente; (24) quadra de areia; tracejados azul-escuro: nascentes e riachos; tracejados azul-claro: drenos.

Fonte: Google Earth, editado pelas autoras (2024).

ARCABOUÇO LEGAL MUNICIPAL DE OCUPAÇÃO DO ENTORNO DO LAGO SÃO BERNARDO

Alvim et al. (2014) entendem que a legislação é um dos instrumentos que definem a interação da ocupação humana e o ambiente. Juridicamente, a ocupação do Lago São Bernardo é regida pelas leis e decretos apresentados no Quadro 2.

ARCABOUÇO LEGAL	O QUE TRATA	REGRA DE OCUPAÇÃO REFERENTE AO LAGO
Lei n.º 2.424/2007	Cria a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	Cria ARIE. No artigo 3º, consta que respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade localizada dentro desta área.
Lei n.º 2.727/2011	Define a área *non edificandi*, e o regime de uso do entorno no Lago São Bernardo	Define uma faixa de 100 metros a partir do eixo da Rua Coronel Alziro Torres Filho como *non edificandi*; admite ampliações nos imóveis já existentes, em sua seção vertical, respeitando o índice de aproveitamento estipulado pelo PDDI por gleba; autoriza empreendimentos turísticos e construções públicas no entorno do lago, mediante prévia autorização do órgão de meio ambiente e engenharia do município, e desde que as mesmas não descaracterizem a paisagem natural; regula a proibição de corte e supressão de vegetação primária ou em estágios avançado e médio de regeneração; veta à supressão de vegetação primária do Bioma Mata Atlântica, para fins de loteamento ou edificação numa faixa de 200 metros no entorno do LSB; autoriza a isenção IPTU para os lotes que se enquadrarem na faixa *non edificandi* e define que os imóveis de interesse público podem ser desapropriados mediante prévio e justo pagamento, de acordo com orçamento disponível.

Decreto n.º 1.190/2014	Disciplina o uso das águas do Lago	Proíbe a prática de banho e natação, exceto em competições esportivas realizadas pela administração municipal, exercícios de treinamentos e salvamentos pelo Corpo de Bombeiros Municipal e testes de aptidão física para concurso público e processo seletivo simplificado, com autorização do CBM; permite a pesca na quinta e sexta-feira santa com caniço, porém proíbe o uso de redes ou equipamentos similares, uso de qualquer tipo de embarcações e de artefatos explosivos; não permite o uso de embarcações movidas a motores de combustão interna, como jet skys e similares; autoriza-se a utilização de embarcações movidas a motores elétricos, vela ou remo, sendo obrigatória a utilização de equipamentos de segurança.
Lei n.º 3.499/2019	Institui o PDDUAI do Município (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental Integrado)	No artigo 88º define as ZEIE (Zona Especial de Interesse Ecológico) como porções territoriais de relevante interesse para fins de preservação da flora e fauna, preservação de recursos hídricos e preservação dos ambientes cênicos formados pelo conjunto de elementos naturais existentes, nas quais se pretende assegurar a sua manutenção com o Patrimônio Natural do Município. No parágrafo único traz que o uso do solo na ZEIE será objeto de legislação específica. Este PDDUAI indica a ZEIE e a ARIE como partes do zoneamento do entorno do LSB. Na ZEIE, o índice de aproveitamento é 0,5, a taxa de ocupação é de 30%, sendo aceitos até 3 pavimentos, não permitida a altura máxima nas divisas e recuo de jardim de 6,00 e 12,00 metros, sendo que 12,00 metros nas Rua Cel. Alziro Torres Filho nas bordas do Lago São Bernardo. Na ARIE é indicada legislação específica do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Continua-se utilizando a lei n.º 2.727/2011, de 28 de janeiro de 2011, com a indicação dos 100 metros a partir do eixo da rua perimetral ao LSB como faixa non edificandi.
Decreto n.º 2.294 de 04 de julho de 2022	Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, o imóvel de matrícula n.º 12.246.	Regulamenta uma desapropriação para o atendimento de real interesse público por se tratar de área estratégica para a construção de estação de tratamento de esgoto em atendimento ao Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico regido pela Lei n.º 14.026, 15 de julho de 2020, que impõe metas e prazos ao Município para a regularização de abastecimento de água e tratamento de esgoto. Ainda indica que nesse imóvel, será edificado banheiro público que atende aos usuários do Lago São Bernardo, importante ponto turístico da cidade, e carece de melhoria de infraestrutura em benefício dos munícipes e turistas.
Lei n.º 3.927de 23 de dezembro de 2024	Estatui os regimes de atividades e urbanístico da Zona Especial de Interesse Ecológico (ZEIE), bem como dispõe sobre condições de proteção à paisagem e ao meio ambiente.	Regulamenta os instrumentos definindo: usos limitados a atividades que contribuam para o desenvolvimento econômico e social do Município, especificamente o turismo ou residencial; restrições edilícias com vista à mitigação do volume construído na paisagem urbana e; preservação da flora e fauna, recursos hídricos e paisagem, conforme a Lei n.º 11.428/2006. O município fica obrigado a realizar relatórios anuais de monitoramento ambiental da ZEIE, criar o Corredor Ecológico São Bernardo e regulamentar o uso da Área de Relevante Interesse Ecológico São Bernardo (ARIE-SB), através de plano de manejo. A Lei Municipal n.º 2.727/2011 fica revogada.

Quadro 2 - Regramento jurídico do uso e ocupação do entorno do Lago São Bernardo, São Francisco de Paula/RS

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir do aporte legal citado (2024).

Embora a área do Lago tenha grande relevância, a legislação de regramento é relativamente recente. Portanto, é fundamental avaliar os impactos de sua aplicação por meio de indicadores que possam evidenciar a necessidade de revisões. Essa análise deve ser realizada caso os resultados obtidos estejam aquém das expectativas relacionadas à preservação da paisagem e à manutenção dos serviços ecossistêmicos.

DESAFIOS SOCIAIS, URBANOS E AMBIENTAIS

A análise dos desafios sociais, urbanos e ambientais pode trazer respostas para o direcionamento do processo decisório, uma vez que a legislação pode se utilizar de diagnósticos para mitigar ou solucionar possíveis conflitos.

A matriz FOFA, apresentada no Quadro 3, elenca vários fatores para o ambiente externo e interno do Lago São Bernardo e seu entorno, destacando os aspectos a serem maximizados (Forças e Oportunidades), assim como minimizados (Fraquezas e Ameaças).

	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
AMBIENTE INTERNO	**Forças (desempenho controlável)** Paisagem natural, espaço para prática de esportes, locais para contemplação e socialização, ponto de encontro entre amigos, ponto turístico bastante conhecido; hotel cavalinho branco (edificação histórica), apego/valorização da comunidade local, em dias quentes o microclima local possui temperatura menor do que o restante da cidade, topografia favorável para espaço ciclável e realização de eventos ao ar livre.	**Fraquezas** (desempenho controlável) Vandalismo, pouca iluminação noturna, acessibilidade insuficiente, ausência de fiscalização, infraestrutura insuficiente, equipamentos de lazer insuficientes, ausência de cafeterias ou pequenos restaurantes, rua Alziro Torres é o único acesso para população local, dificuldade de bloquear o trânsito de veículos nos finais de semana, carros com som alto nos finais de semana e poucas áreas de estacionamento.
AMBIENTE EXTERNO	**Oportunidades** (influência incontrolável) Surgimento de pequenos comércios, potencial de valorização paisagística, revitalização de todo o entorno (iluminação noturna, sinalética, parquinhos infantis, *decks* para contemplação, acessibilidade) alargamento de ciclofaixa, execução de passeio público nos lotes particulares (lado da rua Alziro Torres oposto à margem do lago), banheiros públicos adequados, praça Tiradentes (em frente ao cavalinho), local para realização de feiras de artesanato nos finais de semana e local para realização de mais eventos ao ar livre.	**Ameaças** (influência incontrolável) Alteração da paisagem, especulação imobiliária, desapego da comunidade local, gentrificação, surgimento de empreendimentos poluidores, aumento do número de turistas, direcionamento do espaço para fins apenas turísticos, sem pensar na população local, aumento de edificações de aluguel por temporada no entorno do lago, poluição sonora, poluição visual com o surgimento de novos empreendimentos e remoção de vegetação.

Quadro 3 - Matriz FOFA do entorno do Lago São Bernardo

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Baseado na revisão bibliográfica, que trata dos conflitos sociais, urbanos e ambientais em áreas protegidas, e na entrevista foi possível sistematizar alguns desses que se assemelham ao contexto do entorno do Lago São Bernardo, ou já identificados localmente, que inclui: presença de áreas de proteção, infraestrutura de saneamento ineficaz, pressão

urbana do entorno, precariedade da pavimentação, ausência de drenagem, esgoto clandestino, falta de infraestrutura e equipamentos, ruído e agitação, vandalismo, limitação de uso do solo, inadequada disposição de resíduos sólidos, estacionamento inadequado, impacto sonoro, falta de compatibilização de árvores e rede elétrica, especulação imobiliária, falta de diagnósticos, ausência de fiscalização, inexistência de plano de manejo, falta de verbas para ações de proteção e melhorias, falta de obrigatoriedade de EIA/RIMA, ausência de incentivos à infraestrutura verde, ausência de incentivo à arquitetura ecológica, descaracterização da flora, poluição da água, ar e solo, contaminação por resíduos sólidos, contaminação por resíduos líquidos, impactos à fauna e perda da composição paisagística.

Esses fatores destacam a complexidade dos desafios enfrentados na preservação ambiental e na promoção de um desenvolvimento urbano sustentável na região.

AS ESTRATÉGIAS DE PAISAGEM INFRAESTRUTURAL E INFRAESTRUTURA VERDE APLICÁVEIS AO LAGO SÃO BERNARDO

Existem várias estratégias ecológicas para a arquitetura e urbanismo que integram a Paisagem Infraestrutural, abrangendo a Infraestrutura Verde e a Arquitetura Ecológica. Essas abordagens podem ser aplicadas em projetos de edificações, visando a preservação ambiental e a valorização paisagística do Lago São Bernardo, tais como: controle de altura das edificações, índices de ocupação e aproveitamento bastante restritos, grandes recuos frontais e laterais, remoção de vegetação restrita, materialidade das construções que possibilite a mimetização com a paisagem, tratamento de resíduos adequado, exigência de alternativas sustentáveis para as construções (*steel frame*, *wood frame*, captação de água, geração de energia fv, etc.), aprovação dos projetos de forma mais rígida, exigindo que ele seja extremamente detalhado para que o poder público possa identificar incoerências antes mesmo da construção ser aprovada, fiscalização das construções não somente após pronta, mas durante sua construção e a divisão da área em zonas com regimes urbanísticos diferentes.

Em relação às estratégias de Arquitetura Ecológica e Infraestrutura Verde, no momento de análise e avaliação dos projetos arquitetônicos, devem ser considerados: captação de iluminação natural, sistemas ecológicos de calefação, sistemas de refrigeração e filtragem naturais do ar, geração de energia, sistemas sanitários reconhecidos em NBR, reuso de água, captação de água, compostagem, triagem de resíduos sólidos, o uso de materiais naturais, certificados, reciclados, recicláveis, reuso de materiais, construção a seco, materiais isolantes térmicos, materiais isolantes acústicos, avaliação das cores, uso de parede verde, destinação dos resíduos da construção civil, jardins filtrantes ou de chuva, ajardinamento do recuo frontal, pavimentações permeáveis, acessibilidade, índice de aproveitamento, taxa de ocupação, taxa de permeabilidade, recuos e altura.

Em relação ao urbanismo, para aplicação no espaço público, podem ser utilizadas as seguintes estratégias de Paisagem Infraestrutural (Infraestrutura Verde): ciclovia/ciclofaixa, bloqueio do trânsito de veículos, rígida fiscalização do tratamento de esgoto das edificações, reconhecimento e tratamento da área como um parque urbano e não somente como “o lago” e drenagem mais eficiente.

Foram identificadas diversas estratégias que promovem a viabilidade de implantação no entorno público do Lago São Bernardo. Entre elas destacam-se: criação de vias que funcionem como corredores ecológicos, promovendo a biodiversidade local; implementação de estacionamentos com cobertura verde e sistemas de captação de energia; construção de ciclovias e ciclofaixas, além de abrigos e bicicletários adequados; melhorias e ampliação das áreas para caminhadas; instalação de passagens que permitam a travessia segura da fauna local, promoção do reuso e reciclagem de água, juntamente com um sistema natural de captação e tratamento de água; implementação de processos de triagem de resíduos sólidos e coleta seletiva, visando a redução do lixo produzido; melhoria dos sistemas de drenagem urbana, com a adoção de redutores de velocidade da água e bacias para retenção e sedimentação; criação de jardins de chuva e áreas filtrantes para a recuperação de águas pluviais; utilização de superfícies permeáveis para promover a infiltração da água; garantia de acessibilidade para todas as pessoas, promovendo a inclusão e o uso dos espaços públicos. Essas estratégias visam não apenas a preservação ambiental, mas também a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos que frequentam a região do Lago São Bernardo.

A exigência de propostas que envolvam soluções baseadas na natureza é complexa, principalmente pela falta de normativas adequadas. Atualmente, o poder público só pode aprovar sistemas de tratamento de resíduos líquidos que estejam conforme as normas da NBR. No entanto, existem soluções viáveis tanto na área da arquitetura quanto do urbanismo para preservar a paisagem e os serviços ecossistêmicos ao redor do Lago São Bernardo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Paisagem Infraestrutural, através da Infraestrutura Verde e da Arquitetura Ecológica, carrega em si o potencial de equacionar o ordenamento urbano com as políticas ambientais, cumprindo funções específicas com adição da recuperação e preservação da natureza, por intermédio de soluções baseadas na natureza em benefício dos atores envolvidos: moradores, visitantes, gestores, empreendedores e o próprio meio ambiente.

A infraestrutura atual do Lago é funcional e carregada de significados históricos e culturais, sendo parte da vida da comunidade são-franciscana. Identifica-se possível necessidade de adaptação da localização de equipamento público[2] por interferir na principal visual de apropriação da paisagem, bem como a melhoria da localização do estacionamento, inserções de comércio de pequeno porte no entorno do Lago, projeto dos espaços de estar subaproveitados, do mobiliário urbano e da sinalização.

2. Equipamentos públicos são instalações e espaços de infraestrutura urbana que prestam serviços públicos à população. São peças-chave para a organização e qualidade de vida das cidades.

É importante, também, firmar parcerias para atividades esportivas e culturais no cotidiano que podem trazer maior apropriação do espaço por parte dos usuários. Ao estudar a legislação que regula o entorno do Lago observa-se que a normativa recém-aprovada precisa de um tempo para a avaliação dos reflexos na paisagem e um controle por indicadores, pode embasar uma revisão a curto prazo.

A Matriz FOFA, juntamente com os desafios apontados, se sobrepõem quando tratam das fraquezas e ameaças, revelam as carências e possibilidades de soluções para minimização. A matriz também trata de aspectos relevantes sobre a vocação do lugar em suas forças e oportunidades, que podem ser valorizadas.

Longe de ter a pretensão de esgotar a sistematização das estratégias de Infraestrutura Verde e Arquitetura Ecológica, o estudo intenciona trazer à luz soluções que possam ser analisadas e implementadas no entorno do Lago, seja pela iniciativa privada ou pela iniciativa pública, quando se trata das áreas comuns. A indicação sobre o potencial da implantação da Paisagem Infraestrutural traz curiosidade a respeito dos resultados a curto, médio e longo prazos.

Percebe-se a complexidade dos desafios envolvidos no entorno do Lago São Bernardo na situação atual, como também um grande potencial de se tornar referência de planejamento para o entorno de cursos hídricos transformados pela ação ou ocupação humana com evidente beleza cênica. A nova legislação poderá desenhar o futuro dessa paisagem e esta se tornar infraestrutural, para manter a identidade do lugar. Incluir todos os atores envolvidos é fundamental.

Em relação à limitação da pesquisa, percebe-se a ausência de representatividade em canais importantes, como associação de moradores, comitê, conselho ou grupo de trabalho, restringindo a comunicação. Como lacuna de pesquisa, sugere-se uma investigação mais apurada com os usuários do Lago São Bernardo e uma entrevista estruturada com representantes dos moradores do entorno, a fim de trazer mais subsídios para a identificação dos desafios sociais, urbanos e ambientais deste território, bem como identificar a capacidade de melhorias na infraestrutura existente. Um estudo adicional relevante poderia focar nos indicadores a serem monitorados neste território após a implementação da nova legislação. O objetivo seria avaliar a preservação da paisagem e a manutenção dos serviços ecossistêmicos identificados tanto no estudo quanto nas entrevistas realizadas. Essa abordagem visa gerar dados que fundamentem discussões e ajudem a estabelecer estratégias de ação eficazes.

REFERÊNCIAS

AHERN, J. **Green Infrastructure for cities: the spacial dimension.** In: NOVOTNY, V; BROWN, P. (Orgs). Cities of the future: towards integrated sustainable water and landscape management. IWA Publishing. University of Massachusetts, 2007.

ALVIM, Angélica A. Tanus Benatti et al.. **Das políticas ambientais e urbanas às intervenções: conflitos, desafios e possibilidades para áreas protegidas.** Relatório técnico-científico. Fundo Mackpesquisa. Universidade Presbiteriana Mackenzie; São Paulo, São Paulo, 2014.

BÉLANGER, P. **Landscape as infrastructure: a base primer.** Routledge, 2016.

BENEDICT, M. E.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: linking landscapes and communities.** Island Press; Washington, DC, USA, 2006.

BONZI, R. **A dimensão infraestrutural da paisagem: uma estratégia para a "crise hídrica" da Grande São Paulo.** Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2019.

CARDOSO, Marcelia Castro. **Transformações socioambientais e espaço natural: o caso do Lago do Juá, Santarém - PA**. Santarém, Pará, 2018.

COSTA, Catarina Pedrais Catarino Vaz da. **Entre paisagem e infraestrutura.** Segunda circular de limite a interface. Dissertação de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Arquitectura, Especialização em Gestão Urbanística, apresentada na Universidade de Lisboa - Faculdade de Arquitectura. Lisboa, 2013.

DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. **Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning.** Harvard University Graduate School of Design, 1996.

DUARTE, Mirela; SANTOS, Luisa Acioli dos. **Pensar paisagem.** Recife: Laboratório da Paisagem UFPE, 2020.

FONSECA, José Carlos Santos da; **São Francisco de Paula/Rio Grande do Sul: história, encantos e mistérios resgatando o passado serrano**. Volume 01; 1 edição; Porto Alegre: Evangraf, 2012.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.

GOOGLE EARTH. Google Earth para PC, Mac ou Linux. Disponível em: https://earth.google.com/ Acesso em: 30/11/ 2024.

OLAK, André Silva; LEÃO, Ana Luiza Favarão; CIFUENTES, Nancy; MENEGUETTI, Karin Schwabe. **Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina (PR)**. Revista LABVERDE. FAUUSP. São Paulo, 2020.

PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita; MOURA, Newton Célio Becker. **Estratégias para uma infraestrutura verde.** Barueri, 2017.

SANTOS, Leonardo da Silva; GALVÃO, Sandra Regina da Silva. **Estudo dos impactos socioambientais decorrentes do uso e ocupação do solo às margens do Lago de Itaparica, no município de Petrolândia - PE.** Salgueiro - PE, 2023.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Lei nº 2.424/2007, de 27 de março de 2007: cria a área de relevante interesse ecológico.** https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201703/28134022-lei-municipal-n-2424-2007-cria-arie-sao-bernardo-compressed.pdf, acesso em 06/10/2024.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Lei nº 2.727, 28 de janeiro de 2011: define área non edificandi, e o regime de uso do entorno no Lago São Bernardo, e dá outras providências.** https://leismunicipais.com.br/a/rs/s/sao-francisco-de-paula/lei-ordinaria/2011/273/2727/lei-ordinaria-n-2727-2011-define-area-non-aedificandi-e-o-regime-de-uso-do-entorno-no-lago-sao-bernardo-e-da-outras-providencias, acesso em 06/10/2024.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Decreto nº 1.190/2014, 24 de abril de 2014: disciplina o uso das águas do Lago São Bernardo.** https://leismunicipais.com.br/a/rs/s/sao-francisco-de-paula/decreto/2014/119/1190/decreto-n-1190-2014-disciplina-o-uso-das-aguas-do-lago-sao-bernardo, acesso em 01/10/2024.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Lei nº 3.499, 21 de novembro de 2019: Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental Integrado - PDDUAI do Município de São Francisco de Paula e determina outras providências.**https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-sao-francisco-de-paula-rs, acesso em 06/10/2024.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Decreto nº 2.294, 04 de julho de 2022: declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, o imóvel de matrícula nº 12.246.** https://leismunicipais.com.br/a1/rs/s/sao-francisco-de-paula/decreto/2022/230/2294/decreto-n-2294-2022-declara-de-utilidade-publica-para-fins-de-desapropriacao-o-imovel-de-matricula-n-12246?q=Lago+S%C3%A3o+Bernardo, acesso em 06/10/2024.

SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Lei nº 3.927, 23 de dezembro de 2024: estatui os regimes de atividades e urbanístico da Zona Especial de Interesse Ecológico (ZEIE), bem como dispõe sobre condições de proteção à paisagem e ao meio ambiente.**https://leismunicipais.com.br/a1/rs/s/sao-francisco-de-paula/lei-ordinaria/2024/393/3927/lei-ordinaria-n-3927-2024-estatui-os-regimes-de-atividades-e-urbanistico-da-zona-especial-de-interesse-ecologico-zeie-bem-como-dispoe-sobre-condicoes-de-protecao-a-paisagem-e-ao-meio-ambiente?q=zeie+ , acesso em 25/01/2025.

SAUER, Carlos Eduardo. **Sociedade, natureza e espaço geográfico.** Curitiba: InterSaberes, 2016.

SEBRAE. **Relatório de Análise de Fluxo Turístico São Francisco de Paula**. 2022. https://setur.rs.gov.br/observatorio, acesso em 18/01/2025.

SOLERA, Maria Lucia; MACHADO, Aline Ribeiro; SOUZA, Caroline Almeida; VELASCO, Giuliana Del Nero; LONGO, Mariana Hortelani Carneseca; IKEMATSU, Priscila; AMARAL, Raquel Dias de Aguiar Moraes. **Infraestrutura Verde: alternativa para a criação de cidades resilientes e sustentáveis.** Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. São Paulo: CPS, 2020.

UNESCO., UNESCO. Action plan for biosphere reserves - Programme on Man and the Biosphere (MAB). **Nature and Resources**; France; 1984.

VASCONCELLOS, Andréa Araújo. **Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana.** Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2015.

VASCONCELLOS, Andréa A; MIYAMOTO, James. **Infraestrutura verde: Uma revisão de literatura a partir do campo do urbanismo.** Thésis: Rio de Janeiro, 2023.

CAPÍTULO 8

A ÁREA RURAL NOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL DOS MUNICÍPIOS DO COREDE HORTÊNSIAS, RIO GRANDE DO SUL

Grace Lenir Schneider Jahnel

Patrícia Binkowski

RESUMO: As áreas rurais frequentemente carecem de atenção específica nos instrumentos de planejamento territorial, que em sua maioria são direcionados às zonas urbanas ou adotam abordagens genéricas. Este estudo analisou a legislação e os instrumentos de planejamento territorial dos municípios do Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Hortênsias, avaliando se integram diretrizes voltadas ao espaço rural, considerando que essas áreas são predominantes na região. A metodologia baseou-se em análise documental, revisão bibliográfica e levantamento de dados oficiais, permitindo identificar avanços e lacunas na incorporação dessas diretrizes e de princípios de sustentabilidade. Os resultados revelam que, embora existam iniciativas que contemplam as particularidades do rural, predominam regulamentações voltadas para a gestão urbana, com pouca valorização das funções multifuncionais do espaço rural, como turismo, agroindústria e preservação ambiental. Conclui-se que a ampliação das diretrizes de planejamento territorial é essencial para equilibrar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental, em conformidade com os novos paradigmas de planejamento.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento, legislação, crescimento urbano, territórios rurais e naturais, sustentabilidade.

THE RURAL AREA IN THE TERRITORIAL PLANNING INSTRUMENTS OF THE MUNICIPALITIES OF COREDE HORTÊNSIAS, RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT: Rural areas often lack specific attention in territorial planning instruments, which are mostly directed toward urban zones or adopt generic approaches. This study analyzed the legislation and territorial planning instruments of the municipalities within the Regional Development Council (COREDE) Hortênsias, assessing whether they incorporate guidelines focused on rural areas, considering that these areas are predominant in the region. The methodology included document analysis, literature review, and official data collection, allowing for the identification of progress and gaps in the incorporation of these guidelines and sustainability principles. The results

reveal that, although there are initiatives that address rural particularities, urban management regulations predominate, with little recognition of the multifunctional roles of rural spaces, such as tourism, agribusiness, and environmental preservation. It is concluded that expanding territorial planning guidelines is essential to balance economic development and environmental conservation, in line with new planning paradigms.
KEYWORDS: planning, legislation, urban growth, rural and natural territories, sustainability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, conforme dados do IBGE de 2010, aproximadamente 84,72% da população vivia em áreas urbanas. Os dados do Censo de 2022, divulgados em novembro de 2024, indicam que a população urbana aumentou para aproximadamente 87,40%, confirmando a tendência de crescimento da população residente em áreas urbanas, observada nas últimas décadas.

Apesar dessa concentração populacional nas cidades, a área urbanizada representa uma parcela significativamente menor do território brasileiro em comparação com as áreas rurais, como ilustrado na imagem 01. Historicamente, o território nacional tem sido dividido entre áreas urbanas e rurais, mas, mais recentemente, convencionou-se acrescentar a categoria natural (IBGE, 2023), sendo assim o presente artigo quando falar em extensão territorial irá adotar área urbana em contraposição às áreas rurais/naturais.

Figura 1- Espaços urbano, rural e naturais no Brasil

Fonte: IBGE (2023).

No Rio Grande do Sul (RS), na região do Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Hortênsias, as áreas urbanas representam a menor porção territorial existente. O COREDE Hortênsias é composto por 7 municípios: Cambará do Sul, Canela, Gramado, Jaquirana, Nova Petrópolis, Picada Café e São Francisco de Paula. Em Cambará do Sul, São Francisco de Paula e Jaquirana, municípios com extensões territoriais mais amplas, essa característica é ainda mais evidente. Entretanto, mesmo nos municípios de menor extensão como Canela, Gramado, Nova Petrópolis e Picada Café, a área rural continua a ser expressiva, o que destaca a importância de um planejamento territorial que contemple esses espaços.

Os municípios do COREDE Hortênsias têm vivenciado um crescimento populacional significativo, o que traz demanda por moradia e serviços, a região também tem atraído diversos empreendimentos, especialmente turísticos, que muitas vezes acabam se instalando na área rural desses municípios.

O presente artigo tem o intuito de identificar e analisar os instrumentos de planejamento territorial utilizados nas áreas rurais dos municípios que compõem o COREDE Hortênsias. E como objetivos específicos tem-se: a) Analisar os conteúdos específicos desses instrumentos, identificando a presença de políticas, diretrizes ou disposições relacionadas à área rural; e b) Analisar os principais desafios e oportunidades enfrentados pelos municípios do COREDE Hortênsias ao incorporar o planejamento rural em seus instrumentos de planejamento do território.

Ao lançar luz sobre essa temática, busca-se contribuir para a elaboração de políticas mais inclusivas e sustentáveis, capazes de preservar o patrimônio natural e cultural, apoiar o desenvolvimento agrícola e harmonizar o crescimento urbano e rural. Esta pesquisa atende a uma necessidade prática e urgente de repensar o planejamento territorial diante das mudanças rápidas e significativas na região do COREDE Hortênsias.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo investiga os instrumentos de planejamento territorial dos municípios da região do COREDE Hortênsias, localizado na porção nordeste do Rio Grande do Sul (FIGURA 2), com foco principal no planejamento das áreas rurais.

O COREDE Hortênsias é composto por sete municípios, sendo eles Cambará do Sul, Canela, Gramado, Jaquirana, Nova Petrópolis, Picada Café e São Francisco de Paula, demonstrados na figura 03.

Figura 2- Localização do COREDE Hortênsias, Rio Grande do Sul e

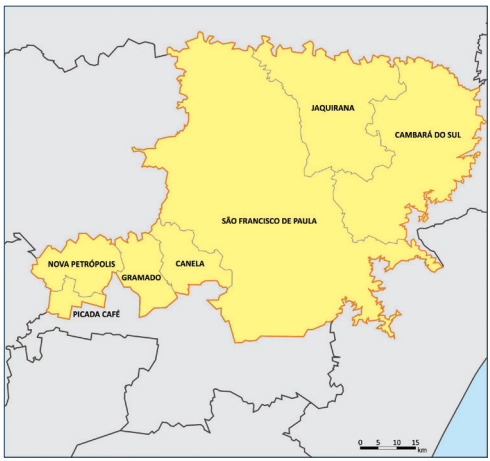


Figura 3 - Mapa dos municípios do COREDE Hortênsias

Fonte: Adaptado pelas autoras de Perfil Socioeconômico - Rio Grande do Sul (2015).

Os Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDE) do Rio Grande do Sul foram criados a partir de 1991, por iniciativa do governo estadual, como resposta à falta de instâncias de articulação regional no estado. Os COREDE têm como objetivo promover a descentralização política, a desconcentração econômica e a integração regional. Além disso, funcionam como instrumentos de mobilização social, proporcionando maior participação das comunidades locais na formulação e implementação de ações voltadas para o desenvolvimento regional (BANDEIRA, 1999).

A implantação dos COREDE ocorreu em etapas, envolvendo a realização de seminários informativos nos municípios-polo do estado e a organização de assembleias com lideranças locais e regionais. O processo respeitou a autonomia das comunidades na decisão de pertencimento a diferentes COREDE, desde que fosse mantido o critério de continuidade territorial (BANDEIRA, 1999).

Segundo o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2021), os conselhos têm como principais objetivos o desenvolvimento harmônico e sustentável das regiões, a aplicação mais eficiente dos recursos públicos, a melhoria da qualidade de vida da população, a distribuição equitativa da riqueza, o estímulo à permanência das pessoas em suas regiões e a preservação e recuperação do meio ambiente. Criados oficialmente pela Lei Estadual nº 10.283, de 17 de outubro de 1994, os COREDE eram inicialmente compostos por 21 regiões, passando por reorganizações até 2008, quando o estado passou a contar com 28 COREDE. Em 2019, o Decreto nº 54.572 consolidou sua estrutura e agrupou os conselhos em nove Regiões Funcionais de Planejamento (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2021).

O COREDE Hortênsias possui uma estrutura agrícola bastante diversificada, onde se destacam produtos provenientes da lavoura temporária, como batata, alho e tomate. A região apresenta grandes diferenças de áreas entre os municípios de seus eixos leste e oeste (Rio Grande do Sul, 2015).

Em linhas gerais, pode-se comentar que os municípios de Canela, Gramado, Nova Petrópolis e Picada Café, localizados ao oeste, possuem menor área e produção agropecuária em pequenas propriedades, onde a criação de aves é expressiva, concentram os melhores indicadores sociais, condições de infraestrutura e empregos no setor industrial, além de um turismo ligado principalmente a atrativos culturais, com grande aproveitamento econômico (COREDE Hortênsias, 2017).

Já os municípios do leste, Cambará do Sul, Jaquirana e São Francisco de Paula, localizados em campos de altitude, possuem maior extensão territorial, mas enfrentam problemas de infraestrutura e apresentam alguns dos mais baixos indicadores sociais do Estado, especialmente o município de Jaquirana; no setor agrícola a silvicultura e a produção de bovinos de corte e leite são atividades predominantes, já o turismo nesta região é mais voltado ao meio rural e em termos mais contemplativos de natureza, mas carece de infraestrutura e de melhor aproveitamento de seu potencial (COREDE Hortênsias, 2017).

No campo do urbanismo e da habitação, Plano Estratégico Participativo de Desenvolvimento Regional do COREDE Hortênsias: 2015-2030 (2017), os municípios compartilham características comuns em relação à topografia acidentada, que limita a expansão e o uso urbano. As cidades de Cambará do Sul, São Francisco de Paula e Jaquirana, apesar de sua ampla extensão territorial, possuem áreas urbanas situadas em locais de difícil ocupação. Com o crescimento das cidades, ocorre uma aproximação gradual com os vales profundos dos elementos hidrográficos, que apresentam restrições ambientais devido à declividade e à necessidade de preservação das matas ciliares.

A escolha dessa região se justifica pelo crescente desenvolvimento urbano e pela presença expressiva de territórios rurais. Esses fatores tornam essencial a investigação dos instrumentos de planejamento, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade e ao planejamento territorial das áreas rurais.

A metodologia adotada para este estudo baseia-se na pesquisa e análise documental dos instrumentos de planejamento territorial desses municípios, com uma abordagem metodológica mista que combina aspectos quantitativos e qualitativos.

Os instrumentos selecionados para análise incluíram o Zoneamento Ambiental, descrito por Rech e Rech (2016) como base fundamental para um planejamento sustentável, além do Plano Diretor, Código de Obras, Lei de Parcelamento do Solo, Código de Posturas e Lei de Saneamento. Esses instrumentos, conforme Rech e Rech (2016), são essenciais para a criação de um projeto de cidade que promova dignidade e qualidade de vida. Também foi verificado a existência do Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável. A primeira etapa da análise documental consistiu em verificar a existência desses instrumentos com pesquisa no site oficial e/ou plataformas https://leismunicipais.com.br/ e https://www.cespro.com.br.

Em seguida, foi conduzida uma análise quantitativa, identificando a frequência dos termos “RURAL”, “SUSTENTÁVEL”, “SUSTENTÁVEIS”, “SUSTENTABILIDADE” e “ECOLÓGICO” nos documentos selecionados, com o objetivo de quantificar a presença desses conceitos nos instrumentos de planejamento territorial. Para cada município, os resultados foram organizados em tabelas, facilitando a comparação.

Posteriormente, realizou-se a leitura dos trechos identificados, com o intuito de interpretar o contexto e as diretrizes específicas relativas ao desenvolvimento sustentável e ao planejamento rural. A combinação dessas abordagens permitiu avaliar tanto a presença quanto uma breve análise sobre a qualidade das disposições relativas a esses temas nos municípios da região do COREDE Hortênsias.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo da História, o homem sempre escolheu o espaço para habitar, levando em consideração necessidades de sobrevivência como a existência de água, de frutas, caça e de terra cultivável. Ou seja, a cidade nasce de necessidades antropológicas, como a segurança, convivência e desejo do homem em construir um local ideal para viver. Na ocupação humana, sempre foi preponderante o ambiente natural e a proteção dos ecossistemas, como forma de garantir a própria sobrevivência humana. A intervenção humana sobre um determinado espaço não tem vida própria, mas é interdependente do território, do meio ambiente natural sobre o qual se ergue (Rech e Rech, 2016).

Para Magnoli e Araújo (1993), nas sociedades antigas, a agricultura era a principal atividade econômica. Mesmo nas sociedades reconhecidas pelo esplendor de suas cidades, a grande maioria da população vivia no campo. Na Antiguidade, o campo era o espaço da produção; a cidade, o espaço da circulação e do consumo das mercadorias, espaço da política, do ócio, das artes e da ciência. Corroborando essa visão, Mazoyer e Roudart (2010) destacam que, por volta de 2.000 a.C., no Oriente Médio, e posteriormente em regiões do entorno mediterrâneo e da Europa, o crescimento das cidades-Estado e impérios dependia diretamente da exploração de terras conquistadas e do excedente agrícola extraído das populações camponesas. Esse excedente não apenas sustentava a elite urbana, mas também financiava a expansão militar e territorial. Assim, a produção agrícola desempenhava um papel central ao garantir a subsistência dos agricultores enquanto servia de base para a consolidação e manutenção das estruturas políticas e sociais dessas sociedades. De forma semelhante, na América Central, civilizações como a Olmeca, a Maia e a Asteca demonstraram como a agricultura foi fundamental para alimentar populações crescentes, fortalecer a economia local e sustentar a prosperidade de suas metrópoles. Em ambas as regiões, a produção agrícola desempenhava um papel crucial, não apenas para a subsistência das comunidades rurais, mas também como alicerce das estruturas políticas e sociais dessas sociedades (Mazoyer e Roudart 2010).

A Revolução Industrial transformou radicalmente as relações entre o campo e a cidade. Somente as cidades podiam oferecer as condições necessárias para o nascimento da indústria: a concentração de mercado consumidor, o sistema de mão de obra e infraestrutura, e a distribuição de energia e água, por exemplo. Assim, a urbanização acompanhou a industrialização (Magnoli e Araújo, 1993).

No século XX, novas mudanças significativas afetaram os espaços rurais e sua relação com as cidades. Como destaca Favareto (2019), as sociedades predominantemente agrárias foram gradualmente substituídas por uma sociedade urbana e industrial. Com a virada para o século XXI, um novo processo emerge, marcado pela valorização dos espaços rurais não apenas para a produção de alimentos, mas também para outras funções, como a geração de energia, preservação de paisagens, conservação ambiental, moradia e modos

de vida sustentáveis. Essas transformações reforçam a importância de um planejamento integrado, que considere as múltiplas funções desses territórios, e que busquem mitigar os impactos negativos da urbanização e da industrialização desordenadas.

Silva (2002) também fala sobre as novas funções da área rural, listando quatro grupos principais: propiciar lazer nos feriados e fins de semana, através dos pesque-pague, hotéis-fazenda, chácaras de fins de semana, etc.; dar moradia ao segmento crescente da classe média alta que prefere condomínios rurais fechados nas zonas suburbanas; desenvolver atividades de preservação e conservação que propiciem o surgimento do ecoturismo, além da criação de parques estaduais e estações ecológicas; abrigar o conjunto de profissões tipicamente urbanas que estão proliferando no meio rural predominando a prestação de serviços, indústria de transformação, comércio e construção civil.

Essas mudanças refletem a crescente necessidade de incorporar o planejamento territorial das áreas rurais à política em nível municipal. Tradicionalmente, a área rural é vista como uma competência da União, devido à legislação agrária, que, conforme o artigo 186 da Constituição Federal, atribui à terra rural uma função social voltada à produção agropecuária. Embora a área rural tenha como função prioritária a produção agropecuária, outras atividades, como a moradia, criação de condomínios, comércio e turismo, têm se tornado cada vez mais comuns. Para que essas atividades ocorram de forma sustentável, é necessário um planejamento que considere as particularidades locais e atenda a outras necessidades da população, regulamentadas pelo Poder Público municipal e admitir o contrário é simplesmente deixar que essas áreas sejam ocupadas de forma desordenada (Rech e Rech, 2016).

A partir de 2001, com a aprovação do Estatuto da Cidade, o planejamento das cidades passou a englobar todo o território, não mais apenas a zona urbana e expansão urbana, porém, a maioria dos municípios continua não planejando sua área rural (Rech e Rech, 2016). No mesmo sentido, Bariviera (2022) afirma que ao não possuírem regramentos específicos e que considerem as particularidades que compõem estes espaços, estes ficam à mercê de instrumentos básicos e generalistas, normalmente direcionados às áreas urbanas, ou então, elaborados para grandes centros urbanos e adaptados à realidade destes locais, tornando estes instrumentos pouco efetivos ou até mesmo incoerentes.

Essa falta de planejamento e crescimento urbano desordenado faz com que as nossas cidades “sangrem”, a cada chuva, a cada seca, a cada ocupação, em cada rio poluído e em cada desmoronamento de uma encosta. São feridas que vão degradando a natureza e contaminando a saúde das pessoas, a segurança, a qualidade de vida, a sustentabilidade socioambiental. A necessidade de repensar as nossas cidades, de estabelecer uma relação mais ética, inteligente e científica com a natureza é sem dúvida o caminho mais correto e inclusive mais barato (Rech e Rech, 2016).

RESULTADOS

Os municípios do COREDE Hortênsias são predominantemente rurais e/ou naturais, especialmente observando os dados do IBGE (2019; 2022), que levam em consideração as áreas efetivamente urbanizadas, o que pode ser diferente das zonas urbanas definidas pelo município. Na tabela a seguir, foi realizado o levantamento desses dados, para verificar o percentual de área rural/natural (TABELA 1).

Municípios	População no censo IBGE (2022) (habitantes)	Densidade demográfica IBGE (2022) (hab./km²)	Área da unidade territorial IBGE (2022) (km²)	Área urbanizada IBGE (2019) (km²)	Rural/ natural calculado (%)
Cambará do Sul	6.361	5,38	1.181,81	3,20	99,73
Canela	48.946	193,46	253,00	20,00	92,09
Gramado	40.134	167,69	239,34	20,16	91,58
Jaquirana	3.690	4,06	908,87	1,45	99,84
Nova Petrópolis	23.177	79,88	290,16	18,19	93,73
Picada Café	5.351	63,49	84,28	3,01	96,43
São Francisco de Paula	21.893	6,60	3.317,79	11,51	99,65

Tabela 1 - Informações sociodemográficas dos municípios do COREDE Hortênsias

Fonte: IBGE (2019; 2022).

Na sequência estão apresentados os resultados da pesquisa da legislação dos sete municípios, apresentados nas tabelas 2 à 8.

Cambará do Sul

No município de Cambará do Sul, segundo dados do IBGE (2022; 2019), a população era de 6.361 habitantes e a densidade demográfica de 5,38 habitantes por quilômetro quadrado, com um território total de 1.181,81 km², sendo que a área indicada como urbanizada é de 3,20 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural, o que equivaleria à 99,73% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Política Ambiental Lei Municipal Nº 3.729, 14/Dezembro/2020	10 vezes	4 vezes	-
Plano Diretor	Lei Municipal Nº 3.313, 23/Novembro/2016	Não	1 vez	Passou a englobar todo o município a partir da Lei nº 4003/2023
Código de Obras	Lei Municipal Nº 3.321, 30/Novembro/2016	1 vez	Não	-
Lei de Parcelamento do Solo	Lei Municipal Nº 3.315, 23/Novembro/2016	Não	1 vez	Redação começou a incluir "áreas rurais passíveis de urbanização" a partir da Lei nº 3425/2017
Código de Posturas	Lei Municipal Nº 2.477, 31/Dezembro/2008	Não	Não	-
Lei do Saneamento	Lei Municipal Nº 3.295, 10/Agosto/2016	8 vezes (4 se referiam apenas a sustentabilidade econômica)	4 vezes	prevê utilização de soluções compatíveis com suas características econômicas e sociais peculiares
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 2 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Cambará do Sul/ RS

Fonte: Elaborado pelas autora (2024).

O mapa anexo ao plano diretor de Cambará do Sul indica a macrozona urbana, macrozonas do eixo de desenvolvimento turístico, macrozona rural, macrozona de controle da ocupação e as macrozonas de unidades de conservações, porém, a legislação do zoneamento só estabelece os parâmetros de uso e de ocupação do solo para as áreas urbanas. Além disso, a zona rural somente passou a ser englobada no Plano Diretor em 2023.

O Plano Diretor não descreve as dimensões de área urbana, rural ou natural, apesar de haver os mapas essas áreas não estão expressamente colocadas, assim não se estabelece um percentual conhecido.

Entre os anos de 2004 e 2020 foram encontradas 19 leis ordinárias registradas como acréscimo de área rural ao perímetro urbano, o que indica que a área urbana vem se expandindo, além das zonas já previstas no Plano Diretor do Município.

Canela

O município de Canela, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 48.946 habitantes, um território total de 253,00 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 92,09% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Não	-	-	Lei Municipal Nº 3.696 / 2015 Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental e Florestal de Canela/RS
Plano Diretor	Lei Complementar Nº 032, 19/Junho/2012	1 vez	19 vezes	-
Código de Obras	Lei Complementar Nº 074, 01/Outubro/2018	Não	3 vezes	-
Lei de Parcelamento do Solo	Não	-	-	Indica o uso da Lei Federal N° 6.766, 19/ Dezembro/1979
Código de Posturas	Lei Municipal Nº 454, 25/Abril/1978	Não	3 vezes	-
Lei do Saneamento	Lei Municipal Nº 3.693, 08/Stetembro/2015	1 vez	314 vezes	-
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 3 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Canela/ RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O Plano Diretor de Canela estabelece uma zona rural definida, com usos, índices e diretrizes específicas, que o diferenciam da zona urbana e respeitam suas características. Porém não descreve as dimensões de área urbana, rural ou natural, apesar de haver os mapas essas áreas não estão expressamente colocadas, assim não se estabelece um percentual conhecido.

Gramado

O município de Gramado, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 40.134 habitantes, um território total de 239,34 km², sendo que a área indicada como urbanizada é 20,16 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 91,58% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Não	-	-	-
Plano Diretor	Lei Complementar N° 17, 28/Novembro/2022	33 vezes	96 vezes	Dispõe sobre o desenvolvimento urbano e rural do Município de Gramado, institui o novo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI)
Código de Obras	Não	-	-	-
Lei de Parcelamento do Solo	Lei nº 2351 de 18 de agosto de 2005	1 vez	7 vezes	Art. 70 Nenhum parcelamento do solo, será liberado pelo Poder Público Municipal, quando houver alteração de Zona Rural para Zona Urbana, conforme previsto no ANEXO II, até aprovação do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado - PDDI.
Código de Posturas	Lei Complementar N° 1 08/Maio/2018	1 vez	8 vezes	-
Lei do Saneamento	Lei Nº 3.530, 26/Dezembro/2016	Não	6 vezes	Plano de Saneamento está com processo de atualização em andamento
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 4 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Gramado/RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O plano diretor do município de Gramado foi revisado em 2023, e traz um zoneamento bastante detalhado de todo o município, prevendo usos e diretrizes específicas para as áreas rurais, bem como aborda com bastante ênfase as questões de sustentabilidade. Isso fica evidente no Artigo 7°, que estabelece que o município promoverá o desenvolvimento integrado da área urbana e rural, tendo a finalidade de garantir a qualidade de vida, organização dos espaços urbanos e rurais, preservação e manutenção da paisagem natural e edificada, sendo o instrumento básico da política de desenvolvimento, controle e expansão do município.

O Plano Diretor estabelece algumas diretrizes, onde mais uma vez o cuidado com as áreas rurais e a sustentabilidade estão presentes, a diretriz 4 traz a necessidade do bom cuidado e gestão de paisagens urbanas, rurais e naturais e a diretriz 6 traz corredores rururbanos[1] para vida e identidade rural.

1. A definição dada no plano diretor de Gramado para corredores rururbanos: consideram-se corredores rururbanos uma faixa ao longo das vias da macrozona rural, com larguras e regime de ocupação e usos determinados pelo zoneamento, tendo como objetivo estimular a vida e a preservação da identidade rural.

Jaquirana

O município de Jaquirana, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 3.690 habitantes, um território total de 908,879 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 99,84% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Não	-	-	-
Plano Diretor	Não	-	-	-
Código de Obras	Lei Municipal Nº 041, 20/Dezembro/1989	1 vez	Não	Não diferencia processos em urbano ou rural
Lei de Parcelamento do Solo	Não	-	-	-
Código de Posturas	Lei Municipal Nº 011, 21/Março/1989	1 vez	3 vezes	-
Lei do Saneamento	Lei Municipal Nº 1.431, 17/Dezembro/2019	6 vezes	10 vezes	-
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 5 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Jaquirana/RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O município de Jaquirana não possui plano ambiental, nem plano diretor, porém possui a lei municipal nº 1.744 de 26 de junho de 2024 que cria zonas de expansão de desenvolvimento econômico, urbanístico, turístico e ambiental no município e dá outras providências. Essa lei cria zonas isoladas localizadas fora do perímetro urbano central, destinadas a uso de notório interesse para o desenvolvimento da Jaquirana, sendo esses apontados no 1° Artigo: a instalação de empreendimento industrial, serviços e outras atividades econômicas, de desenvolvimento urbanístico, turístico de notório interesse paisagístico, ambiental, preservacionista e organizado, dentre outros critérios e exigências previstos pelas Secretarias Municipais da Fazenda, Agricultura e Meio Ambiente, e Turismo, Comércio, Indústria e Desporto, e conforme a situação específica. Essa legislação apresente por 3 vezes o termo rural e não cita questões de sustentabilidade.

Nova Petrópolis

O município de Nova Petrópolis, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 23.300 habitantes, um território total de 290,16 km², sendo que a área indicada como urbanizada é de 18,19 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 93,73% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Lei Nº 5.293, 26/ Julho/2023	8 vezes	8 vezes	Política do Meio Ambiente do Município de Nova Petrópolis
Plano Diretor	Lei Municipal Nº 3.925, 18/Dezembro/2009	4 vezes	14 vezes	Atualização Lei Municipal Nº 4.453, 19/ Dezembro/2014 Está em revisão 2024
Código de Obras	Não	-	-	-
Lei de Parcelamento do Solo	Lei Municipal Nº 5.438, 25/Setembro/2024	2 vezes	4 vezes	-
Código de Posturas	Lei Municipal Nº 3.499, 16/Dezembro/2005	Não	3 vezes	-
Lei do Saneamento	Decreto Municipal Nº 252, 26/ Dezembro/2014	-	-	Não foi possível localizar, apenas o decreto que fala da existência
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 6 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Nova Petrópolis/ RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O plano diretor denomina a zona rural, porém não estabelece critérios específicos para mesma, sendo aplicado os mesmos índices para todo o município e não há restrição de usos.

A lei de parcelamento do solo, de 2024 estabelece que o parcelamento do solo somente é permitido nas zonas urbanas ou nas de expansão urbana indicada no plano diretor, o que parece um avanço, uma vez que entre 2009 e 2024 existem 19 leis criando ou ampliando a área urbana, e com isso, alterando o plano diretor do município.

Picada Café

O município de Picada Café, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 5.351 habitantes, um território total de 84,280 km², sendo que a área indicada como urbanizada é de 3,01 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 96,43% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Não	-	-	-
Plano Diretor	Lei Municipal Nº 237, 14/Novembro/1995	1 vez	10 vezes	-
Código de Obras	Não	-	-	-
Lei de Parcelamento do Solo	Lei Municipal Nº 650, 08/novembro/2000	1 vez	1 vez	-
Código de Posturas	Lei Municipal Nº 510, 16/dezembro/1998	-	2 vezes	-
Lei do Saneamento	Decreto Municipal Nº 146, 23/dezembro/2013	-	-	Não foi possível localizar, apenas o decreto que fala da existência
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 7 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de Picada Café/ RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O plano diretor de Picada Café estabelece que todos os projetos em área rural precisam ser analisados pelo município, sendo que as únicas atividades permitidas são usos residencial unifamiliar, agroindustrial e comércio de abastecimento, bem como silos, armazéns e demais construções vinculadas a atividades rural; qualquer outro uso precisa passar pela análise do conselho do plano diretor.

Outro artigo interessante do Plano Diretor do município é o Art. 65, que estabelece que somente será permitida a transformação de gleba de uso rural em Zona Urbana, quando a área atender a todas as três condições a seguir: não esteja localizada em área de preservação ambiental; tenha condições favoráveis para implantação de infra - estrutura urbana; tenha recebido parecer favorável do Conselho do Plano Diretor.

São Francisco de Paula

O município de São Francisco de Paula, segundo dados do IBGE (2022; 2019), possui uma população total de 21.893 habitantes, um território total de 3.317,79 km², sendo que a área indicada como urbanizada é de 11,51 km², considerando que, de acordo com o entendimento tradicional, o restante da área do município poderia ser classificado como rural e/ou natural e isso equivale à 99,65% da área total do município.

Instrumento	Possui	Pesquisa dos termos		Observações
		Sustentabilidade Sustentável/ Ecológico	Rural(s)	
Plano Ambiental	Não	-	-	-
Plano Diretor	Lei Nº 3.499 21/Novembro/2019	17 vezes	43 vezes	Possui parâmetros específicos para as áreas rurais
Código de Obras	Lei Nº 2393, 14/Novembro/2006	Não	Não	-
Lei de Parcelamento do Solo	Lei N° 3641 15/Setembro/2021	Não	2 vezes	-
Código de Posturas	Lei Nº 3.634, 19/Agosto/2021	2 vezes	4 vezes	-
Lei do Saneamento	Decreto N° 2.527 10/Abril/2024 – Aprova o Plano	1 vez	132 vezes	-
Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável	Não	-	-	-

Tabela 8 - Análise da legislação sobre planejamento territorial de São Francisco de Paula/ RS

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Apesar de não haver um plano ambiental específico, o Plano Diretor do município incorpora essa função em sua denominação “Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental Integrado de São Francisco de Paula”. O plano diretor do município estabelece uma zona rural definida, com usos, índices e diretrizes específicas, que o diferenciam da zona urbana e respeitam suas características.

Na sua seção II do Plano Diretor, é estabelecida a política para o desenvolvimento rural, e na seção 32 identifica o objetivo de incentivar a produção econômica com sustentabilidade ambiental da zona rural do Município e assegurar a todos os munícipes condições de desenvolvimento pessoal e econômico-financeiro.

INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM QUESTÃO

A análise dos municípios do COREDE Hortênsias revela um predomínio expressivo de áreas classificadas como rurais e/ou naturais, com percentuais superiores a 90% em todos os casos, conforme dados do IBGE. Isso indica um cenário em que o território majoritariamente preserva características rurais, com baixa densidade populacional e áreas urbanizadas relativamente menores, exceto nas cidades mais turísticas, como Canela e Gramado, que apresentam densidades demográficas e percentuais urbanizados ligeiramente maiores.

O presente estudo evidencia a lacuna existente entre os instrumentos de planejamento territorial e a necessidade de considerar as especificidades das áreas rurais nos municípios do COREDE Hortênsias. A análise documental mostrou que, a grande maioria dos municípios possuem planos diretores, códigos de obras e outras regulamentações (TABELA 9), porém, a presença dos termos “rural” e “sustentável” ainda é pouco expressiva, o que corrobora a crítica de Bariviera (2022) sobre a predominância de instrumentos generalistas voltados às áreas urbanas.

	Plano ambiental	Plano Diretor	Código de Obras	Lei de Parcelamento do Solo	Código de Posturas	Plano de Saneamento	Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável
Cambará do Sul							
Canela							
Gramado							
Jaquirana							
Nova Petrópolis							
Picada Café							
São Francisco de Paula							

	Possui
	Possui, com limitações (ver cada caso)
	Não possui

Tabela 9 - Resumo da análise da legislação sobre planejamento territorial do COREDE Hortênsias

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Os dados analisados também confirmam a observação de Favareto (2019), que destaca a transformação das áreas rurais em espaços multifuncionais, incluindo turismo, prestação de serviços e habitação. No COREDE Hortênsias, a expansão de atividades turísticas nas áreas rurais reforça a necessidade de políticas específicas que conciliem o crescimento econômico com a preservação ambiental. No entanto, os documentos analisados indicam que essa integração ainda é incipiente.

A pesquisa evidencia ainda que embora o Estatuto da Cidade (2001) tenha ampliado o conceito de planejamento territorial para além das áreas urbanas, não foi plenamente implementado pela maioria dos municípios estudados, como também afirmam Rech e Rech (2016).

A falta de diretrizes claras para as áreas rurais ressalta a necessidade de os municípios revisarem seus instrumentos legais, incorporando princípios de sustentabilidade que garantam a preservação dos recursos naturais e a promoção de modos de vida sustentáveis, conforme apontado por Silva (2002). No entanto, observa-se que os instrumentos mais recentes parecem abordar com mais atenção as questões relacionadas à área rural e à sustentabilidade, o que pode ser interpretado como um sinal positivo de conscientização por parte dos municípios em relação à importância de integrar práticas sustentáveis no planejamento territorial.

É importante ressaltar que este estudo se concentrou em verificar a existência desses instrumentos e destacar alguns pontos relevantes, sem realizar uma análise detalhada da qualidade das diretrizes ou da efetividade de sua implementação.

Considerando que as áreas rurais representam a maior parte do território dos municípios analisados, a elaboração de um planejamento territorial adequado surge como uma oportunidade crucial para promover a preservação ambiental. Esse planejamento não se limita a uma simples organização do espaço, mas deve ser visto como uma estratégia de antecipação dos impactos ambientais e sociais. Ao planejar de maneira integrada, é possível promover o uso consciente dos recursos naturais, equilibrando as diversas funções do território – desde a produção rural até a preservação dos ecossistemas – e garantindo que as práticas adotadas atendam tanto às necessidades atuais quanto às futuras, sempre com foco na sustentabilidade.

Por fim, o estudo reafirma a urgência de um planejamento territorial que não apenas regule o uso do solo urbano, mas que também valorize as especificidades do meio rural, suas funções sociais e econômicas, e promova uma relação mais harmônica com a natureza. Essa mudança de perspectiva é essencial para evitar que as “feridas” causadas pelo crescimento desordenado continuem a se abrir, como alertam Rech e Rech (2016), comprometendo a sustentabilidade socioambiental da região e a qualidade de vida das futuras gerações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir este estudo, destacamos a ausência dos Planos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável (PMDRS) nos municípios analisados. Esse instrumento, previsto na Portaria 415/2017 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é indispensável para a captação de recursos federais destinados à agricultura, como emendas parlamentares. A inexistência desses planos representa uma lacuna significativa no planejamento territorial, especialmente em uma região onde os territórios rurais predominam e desempenham um papel fundamental na economia local.

Outra ausência importante refere-se aos planos ambientais, que poderiam fornecer um diagnóstico detalhado das características territoriais, permitindo conhecer os municípios em profundidade. Esse conhecimento é essencial para identificar potencialidades e desafios, criando uma base sólida para um planejamento territorial mais eficiente e adaptado à realidade local.

A análise também levantou questionamentos sobre o papel do Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) Hortênsias na governança do território. O COREDE poderia assumir uma postura mais ativa na articulação de iniciativas integradas entre os municípios, promovendo diretrizes colaborativas e fortalecendo a capacidade de gestão territorial da região. Instrumentos de planejamento concebidos de forma participativa e coordenada são fundamentais para garantir que as decisões estratégicas não se limitem a cumprir obrigações formais, mas, de fato, contribuam para um desenvolvimento equilibrado e sustentável.

Outro aspecto crucial é o fortalecimento da participação popular nos processos de planejamento. Embora existam mecanismos legais para consulta e engajamento, sua efetividade precisa ser ampliada. Nesse sentido, a animação do território surge como uma estratégia relevante para mobilizar a sociedade civil, incentivar o protagonismo comunitário e garantir que as diretrizes atendam às necessidades reais das comunidades locais. Estudos futuros poderiam investigar a atual situação da participação social na região e propor formas de aprimorá-la, assegurando maior representatividade e engajamento.

Sugerimos, ainda, que novos estudos se dediquem à análise da efetividade e da qualidade das diretrizes apresentadas nos instrumentos de planejamento existentes, além da investigação de casos em que territórios rurais conseguiram aliar preservação e desenvolvimento. Exemplos bem-sucedidos poderiam oferecer referências inspiradoras e aplicáveis à realidade do COREDE Hortênsias.

Por fim, acreditamos que a ampliação das diretrizes voltadas aos territórios rurais e o reconhecimento de sua multifuncionalidade – abrangendo turismo, agroindústria e conservação ambiental – são fundamentais para promover um equilíbrio entre desenvolvimento econômico, preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida das populações locais. O planejamento territorial deve ir além dos aspectos econômicos, considerando o fortalecimento das comunidades que habitam e trabalham nesses territórios. Isso inclui a promoção da inclusão social, o acesso a oportunidades e a valorização das identidades culturais e tradições locais, assegurando que o desenvolvimento seja sustentável e alinhado às necessidades das pessoas e do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, Pedro. **Participação, Articulação de Atores Sociais e Desenvolvimento Regional**. Brasília, fevereiro de 1999. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2758/1/td_0630.pdf. Acessado em: 05 dez. 2024.

BARIVIERA, Cássio Alexandre. **O lugar do rural nos instrumentos de planejamento territorial dos municípios do COREDE Norte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, campus Litoral Norte. Tramandaí: 2022.

BRASIL, Lei 5788/90. **Estatuto da Cidade**. Presidente da República em 10 de julho de 2001.

CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO COREDE HORTÊNSIAS -COREDE HORTÊNSIAS. **Plano Estratégico Participativo de Desenvolvimento Regional do COREDE Hortênsias: 2015-2030**. Canela, RS: COREDE Hortênsias, 2017. Disponível em: https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201710/091442 13-plano-hortensias.pdf. Acessado em: 02 nov. 2024.

FAVARETO, Arilson. **Territórios rurais em um mundo urbanizado e globalizado – paradoxos e transição para a sustentabilidade**. In: Guibert, M.; Sabourin, E. (coord.). Resources, inegalités etdéveloppement des territoires ruraux em Amérique Latine, dans la Caraibe et en Europe.Paris: Institute des Amériques/Agence Française de Développement/Fondation EU-ELAC, 2020. Disponível em: https://agritrop.cirad.fr/ 595911/1/ouvrage%20territoires%20ruraux%20ALC%20%2620UE%20Colloque_2019%20IdA.pdf. Acessado em: 02 nov. 2024.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geo ciencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15790-classificacao-rural-e-urbana.html. Acessado em: 28 out. 2024.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Área territorial brasileira 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/município. Acessado em: 30 out. 2024.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2022: População e Domicílios**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/município. Acessado em: 30 out. 2024.

MAGNOLI, Demétrio; ARAUJO, Regina. **Geografia: Paisagem e Território: geografia geral e do Brasil**. 1ed. São Paulo: Moderna, 1993.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea** [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. Disponível em: https://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HISTORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia_das _agriculturas.pdf. Acessado em: 04 dez. 2024

RECH, Adir Ubaldo; RECH, Adivandro. **Cidade Sustentável, direito urbanístico de ambiental: instrumentos de planejamento**. Caxias do Sul: Educs, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional Departamento de Planejamento Governamental. **Perfil Socioeconômico COREDE Hortênsias.** Porto Alegre, novembro de 2015. Disponível em: https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134130-20151117101627perfis-regionais-2015-hortensias.pdf. Acessado em: 02 nov. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul/Rio Grande do Sul. - 6. Ed**. - Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental, 2021. Disponível em: https://issuu.com/spggrs/docs/atlas_ socioconomico_do_rio_grande_do_sul. Acessado em: 05 dez. 2024.

SILVA, José Graziano da. **O novo rural brasileiro 2. ed**. rev. - 1a. reimpr. Campinas: UNICAMP, 2002.

CAPÍTULO 9

CARVÃO ATIVADO DE BIOMASSA: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Elvis Goldas

Suzana Frighetto Ferrarini

RESUMO: Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o uso de biomassas brasileiras na produção de carvão ativado, com foco no tratamento de água para consumo humano, especialmente em comunidades rurais e periféricas. Considerando o potencial adsorvente desses materiais, foram selecionadas biomassas amplamente disponíveis no Brasil, como acácia-negra, cascas de pinhão, coco verde, laranja, banana, babaçu, arroz e pitaia, que possuem componentes como lignina e celulose e são frequentemente descartadas de forma inadequada. A pesquisa buscou investigar a viabilidade dessas biomassas como alternativa ao carvão ativado comercial, cuja produção convencional é baseada principalmente na utilização de madeira e pode gerar impactos ambientais significativos. Embora a substituição da matéria-prima inicial não reduza substancialmente os custos de produção, seu principal benefício está na valorização de resíduos agroindustriais, na redução da pressão sobre recursos florestais e na promoção da economia circular. A metodologia consistiu em uma revisão de artigos nacionais e internacionais, utilizando bases de dados científicas como Web of Science, Scopus, SciELO e o Portal de Periódicos da CAPES. Foram analisados os processos de pirólise e ativação das biomassas, bem como os resultados da capacidade adsorvente de cada material estudado. Os estudos revisados demonstraram que as biomassas selecionadas apresentam desempenho satisfatório na remoção de contaminantes, incluindo metais, corantes, fármacos e compostos orgânicos, posicionando-se como alternativas promissoras para o tratamento de água. Além de sua eficiência na remoção de poluentes, a adoção dessas biomassas reforça o compromisso com a sustentabilidade e a conservação ambiental, promovendo o reaproveitamento de resíduos agroflorestais e a redução de impactos associados à extração de matéria-prima convencional. Essa abordagem está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente os de número 3 – Saúde e bem-estar, 6 – Água potável e saneamento e 12 – Consumo e produção sustentável, que visam à ampliação do acesso à água

tratada e à gestão eficiente de resíduos. Diante dessa revisão sistemática, pode-se afirmar que a produção de carvão ativado a partir de biomassas brasileiras representa uma alternativa ambientalmente viável, capaz de contribuir para a conservação dos recursos hídricos e para a implementação de práticas mais sustentáveis no setor de saneamento. Sua aplicação pode desempenhar um papel relevante na saúde pública, especialmente para populações excluídas dos sistemas convencionais de tratamento de água, ao mesmo tempo em que promove benefícios ambientais e avanços na economia circular.
PALAVRAS-CHAVE: Biomassa brasileira, adsorventes, potabilidade, saneamento rural.

ACTIVATED CARBON FROM BIOMASS: A SUSTAINABLE ALTERNATIVE FOR WATER TREATMENT IN BRAZIL

ABSTRACT: This article presents a literature review on the use of Brazilian biomasses in activated carbon production, focusing on water treatment for human consumption, particularly in rural and peripheral communities. Considering the adsorptive potential of these materials, widely available biomasses in Brazil were selected, including black wattle bark, pine nut shells, green coconut, orange peel, banana peel, babassu, rice husk, and dragon fruit cladode, which contain lignin and cellulose and are often inadequately discarded. The study aimed to investigate the feasibility of these biomasses as an alternative to commercial activated carbon, whose conventional production is mainly based on wood-derived sources, often leading to significant environmental impacts. Although replacing the raw material does not substantially reduce production costs, its primary benefit lies in the valorization of agro-industrial waste, reducing pressure on forest resources, and promoting circular economy principles. The methodology consisted of a review of national and international scientific articles, using databases such as Web of Science, Scopus, SciELO, and the CAPES Journal Portal. The study analyzed the pyrolysis and activation processes of these biomasses, as well as the adsorption efficiency of each material. The reviewed studies demonstrated that the selected biomasses exhibit satisfactory performance in removing contaminants, including metals, dyes, pharmaceuticals, and organic compounds, positioning them as promising alternatives for water treatment. Beyond their efficiency in pollutant removal, adopting these biomasses strengthens sustainability efforts and environmental conservation, promoting the reuse of agroforestry waste and reducing the impacts associated with traditional raw material extraction. This approach aligns with the United Nations (UN) 2030 Agenda for Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 3 – Good Health and Well-being, Goal 6 – Clean Water and Sanitation, and Goal 12 – Responsible Consumption and Production, which seek to expand access to safe drinking water and improve waste management practices. Based on this systematic review, it can be concluded that the production of activated carbon from Brazilian biomasses represents an environmentally viable alternative, contributing to water resource conservation and fostering the adoption of more sustainable practices in the sanitation sector. Its application may play a significant role in public health, particularly for populations excluded from conventional water treatment systems, while also promoting environmental benefits and advancements in circular economy practices.
KEYWORDS: Brazilian biomass, adsorbents, potability, rural sanitation.

INTRODUÇÃO

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu a Agenda 2030, uma iniciativa global que definiu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, visando alcançar o desenvolvimento sustentável em três dimensões fundamentais: econômica, social e ambiental. Entre os compromissos assumidos, destacam-se a gestão sustentável dos recursos naturais e a necessidade de reduzir, reciclar e reutilizar resíduos, especialmente diante do crescimento populacional e do aumento da demanda por insumos naturais (ONU, 2016).

A água, embora essencial para a vida no planeta, enfrenta desafios cada vez mais complexos relacionados à sua disponibilidade e qualidade. A crescente escassez de água, intensificada pelas mudanças climáticas e pela urbanização acelerada, exige uma abordagem mais eficiente e responsável para garantir a segurança hídrica das próximas gerações. Além disso, a falta de saneamento adequado compromete a saúde pública e agrava a desigualdade socioeconômica, tornando urgente a implementação de soluções inovadoras e sustentáveis (Gleick, 2018).

No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 85,5% da população recebe água por meio de redes de distribuição, enquanto 11,5% dependem de fontes alternativas, como poços artesianos. No entanto, cerca de 3% da população brasileira (aproximadamente 6 milhões de pessoas) ainda não possui acesso a água tratada, concentrando-se, sobretudo, em áreas rurais e periféricas (IBGE, 2022). Essas comunidades, frequentemente excluídas dos sistemas convencionais de saneamento, enfrentam dificuldades no acesso a tecnologias de tratamento devido ao alto custo das soluções comerciais disponíveis. A Lei 14.026/2020, que revisou o Marco Legal do Saneamento, estabeleceu metas ambiciosas para 2033, incluindo garantir acesso à água potável para 99% da população (ANA, 2024). Entretanto, alcançar esses objetivos representa um desafio técnico, econômico e ambiental significativo.

Nesse cenário, a Portaria GM/MS nº 888/2021 define os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano, estabelecendo padrões rigorosos de qualidade (Ministério da Saúde, 2021). Diante dessa necessidade, a busca por alternativas acessíveis e ambientalmente sustentáveis tem incentivado a substituição do carvão ativado comercial por adsorventes produzidos a partir de resíduos de biomassa.

Diferentes biomassas, como casca de laranja (Domingues, 2021), coco de babaçu (Silva, 2022), casca de banana (Souza, 2012), coco verde (Teixeira, 2020), casca de acácia-negra (Bitencourt, 2023), casca de pinhão (Nebes, 2019), casca de arroz (Ries, 2019) e cladódio de pitaia (Carlos, 2022), apresentam propriedades adsorventes comparáveis ao carvão ativado comercial, mas com custos reduzidos. Além de viabilizar o acesso a métodos de tratamento de água de baixo custo, o uso dessas biomassas valoriza resíduos agroindustriais, impulsionando a economia circular e reduzindo a dependência de matérias-primas convencionais.

A reutilização desses resíduos mitiga impactos ambientais associados ao descarte inadequado e fortalece práticas sustentáveis, ao transformar subprodutos negligenciados em insumos estratégicos para o saneamento e a segurança hídrica. Embora a substituição da matéria-prima inicial possa trazer benefícios ambientais significativos, o processo de produção do carvão ativado permanece essencialmente o mesmo, o que significa que os custos associados a etapas como carbonização e ativação não são reduzidos consideravelmente. Assim, o principal diferencial dessa abordagem está na valorização de resíduos agroindustriais e na minimização da pressão sobre recursos florestais, promovendo um modelo mais alinhado aos princípios da economia circular.

Além disso, a substituição do carvão ativado comercial por materiais alternativos pode reduzir impactos ambientais negativos, como aqueles causados pela monocultura de Pinus spp., principal matéria-prima utilizada na produção industrial de carvão ativado. Essa espécie exótica, quando cultivada em larga escala, pode comprometer ecossistemas naturais, agravando o esgotamento hídrico, a acidificação do solo e a dificuldade na regeneração da vegetação nativa.

Dessa forma, a exploração de fontes alternativas para a produção de carvão ativado não apenas favorece a gestão sustentável de resíduos agroindustriais, mas também amplia o acesso a soluções eficientes e economicamente viáveis para o saneamento básico. Com base nessa perspectiva, este trabalho, por meio de uma revisão bibliográfica, analisou o potencial de diferentes biomassas brasileiras para a produção de carvão ativado, reforçando sua aplicabilidade no tratamento de água para consumo humano. A pesquisa contribui, assim, para o avanço das metas globais de sustentabilidade e saúde pública, proporcionando alternativas ecologicamente responsáveis e acessíveis para o setor de saneamento.

JUSTIFICATIVA

Diante da importância do tratamento de água para a qualidade de vida e a saúde pública, este trabalho realizou uma revisão bibliográfica focada no reaproveitamento de resíduos agroflorestais de diversas regiões do Brasil. O objetivo foi investigar alternativas viáveis para o tratamento de água, um recurso essencial para a vida, especialmente em populações afastadas dos grandes centros urbanos e com acesso limitado a tecnologias convencionais. A abordagem adotada nesta revisão é fundamental, pois sistematiza informações sobre a aplicação de biomassas regionais na produção de carvão ativado, oferecendo subsídios para que pesquisadores e gestores públicos possam implementar soluções sustentáveis e ambientalmente responsáveis no tratamento da água para consumo humano.

Essa pesquisa se torna especialmente relevante considerando que uma parcela significativa da população brasileira, especialmente em áreas rurais, ainda não tem acesso a água tratada. Além disso, o Brasil possui uma grande diversidade de biomassas subutilizadas, que podem ser empregadas como matéria-prima alternativa na produção de

adsorventes, reduzindo a dependência da extração de madeira e seus impactos ambientais. A exploração de resíduos agroindustriais para o tratamento de água não apenas promove a economia circular, mas também minimiza os impactos do descarte inadequado e contribui para a preservação dos recursos florestais. Assim, o uso de biomassas regionais se apresenta como uma alternativa sustentável, fortalecendo a gestão eficiente dos resíduos e a conservação ambiental, ao mesmo tempo em que amplia as opções de tratamento de água em comunidades que necessitam de soluções acessíveis e eficazes para a melhoria do saneamento.

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso de diferentes biomassas brasileiras na produção de carvão ativado aplicado ao tratamento de água para consumo humano, com foco na valorização de resíduos agroindustriais e nos benefícios ambientais da substituição de matérias-primas convencionais.

Especificamente, buscou-se:

1) Investigar alternativas de biomassas brasileiras com potencial para substituir o carvão ativado comercial, tradicionalmente derivado da madeira, como material adsorvente;

2) Analisar o desempenho adsorvente dessas biomassas na remoção de diferentes poluentes, com ênfase nos parâmetros de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, incluindo coliformes, metais e turbidez;

3) Avaliar os benefícios ambientais do uso dessas biomassas, considerando sua contribuição para a redução do descarte inadequado de resíduos, a economia circular e a sustentabilidade dos processos de tratamento de água.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica exploratória, com foco em resultados obtidos no uso de biomassas alternativas para a produção de carvão ativado aplicado ao tratamento de água para consumo humano. As referências foram selecionadas a partir de consultas a bases de dados científicas reconhecidas, incluindo Web of Science, Scopus, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e o Portal de Periódicos da CAPES. Essas fontes foram escolhidas por sua abrangência e relevância na indexação de estudos nacionais e internacionais sobre tecnologias sustentáveis para saneamento e gestão hídrica.

A seleção dos estudos priorizou artigos publicados em periódicos científicos, além de dissertações e teses que abordassem o potencial de diversas biomassas como alternativas ao carvão ativado comercial. Para garantir a relevância e a qualidade das publicações incluídas, foram considerados critérios como adequação ao tema, robustez

metodológica, relevância dos dados apresentados e aplicabilidade dos resultados ao contexto de comunidades rurais e periféricas, onde o acesso a tecnologias convencionais de tratamento de água é limitado.

A pesquisa foi conduzida utilizando as seguintes palavras-chave: “carvão ativado,” “biomassa,” “tratamento de água,” “resíduos agroflorestais” e “desenvolvimento sustentável”. Esses termos foram selecionados para abranger estudos que investigam o reaproveitamento de resíduos de diferentes regiões brasileiras no tratamento de água potável, reforçando a viabilidade técnica, ambiental e econômica dessas alternativas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Carvão Ativado

O carvão ativado é classificado como um material poroso com alta concentração de carbono, que passa por um processo de ativação para ampliar sua porosidade interna, formando uma rede de canais que se dividem em macro, meso e microporos (Figura 1). Esse aumento na superfície de contato é o que torna o material altamente eficiente como adsorvente (Claudino, 2003; De Costa 2015).

Figura 1 – Esquema ilustrativo do processo de obtenção do carvão ativado
Fonte: Oliveira, 2016.

A produção de carvão ativado ocorre em duas etapas principais: a carbonização e a ativação. Na carbonização, a biomassa é submetida a um processo de pirólise, que converte o material em carvão por meio de degradação térmica em ambiente com pouco ou nenhum oxigênio. A ativação pode ser química, envolvendo substâncias como ácido fosfórico ou cloreto de zinco, ou física, utilizando gases como H_2O e CO_2 ou mistura de ambos (Almeida, 2024; Heylmann, 2021).

Esse material é amplamente utilizado em processos de tratamento de água devido à sua capacidade de remover contaminantes como pesticidas, metais tóxicos e compostos orgânicos. A sua estrutura porosa permite a interação com grupos funcionais presentes nas moléculas dos poluentes, sendo eficaz na adsorção de substâncias indesejadas e, consequentemente, na melhoria da qualidade da água (Rodrigues, 2024).

No entanto, o alto custo de produção do carvão ativado comercial, associado às despesas com energia, infraestrutura e mão de obra, permanece um desafio, independentemente da matéria-prima utilizada. Dessa forma, a principal vantagem do

uso de biomassas alternativas não está necessariamente na redução direta dos custos de produção, mas sim nos ganhos ambientais e na sustentabilidade do processo. O aproveitamento de resíduos agroindustriais, como casca de laranja, coco verde e acácia-negra, contribui para a valorização de subprodutos orgânicos, reduzindo impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado e à exploração de recursos florestais. Além disso, o uso dessas biomassas minimiza a pressão sobre a monocultura de espécies como Pinus spp., frequentemente utilizada na produção do carvão ativado convencional, promovendo uma abordagem mais alinhada aos princípios da economia circular e da gestão sustentável dos recursos naturais (Pereira, 2008; Domingues, 2021; Teixeira, 2020).

Acacia mearnsii (Ácacia-Negra)

A *Acacia mearnsii*, conhecida popularmente como acácia-negra, é uma espécie florestal de grande relevância econômica no estado do Rio Grande do Sul (Suyenaga, 2015). Originária da Tasmânia e das regiões sul e sudeste da Austrália (Schneider; Tonini, 2003), foi introduzida no estado em 1918, por Alexandre Bleckman. Em 2012, 100% da produção nacional da casca de acácia-negra ocorreu nesse estado, totalizando cerca de 103 mil toneladas (De Aguiar Linhares, 2016).

O cultivo da acácia-negra está vinculado tanto à extração de madeira quanto ao tanino, substância extraída de sua casca que é usada em diversos setores industriais (De Aguiar Linhares, 2016). Esse processo gera uma quantidade significativa de resíduos sólidos. Como alternativa para o reaproveitamento ambientalmente responsável desses resíduos. Estudos têm explorado seu uso na produção de carvão ativado, pois biomassas ricas em carbono e lignocelulose, como a acácia-negra, apresentam grande potencial para a fabricação de materiais adsorventes (Bitencourt, 2023).

Recentemente, Bitencourt (2023) investigou o uso da casca de acácia-negra para a adsorção de fármacos, especificamente o ibuprofeno, realizando estudos cinéticos para avaliar a eficiência do carvão ativado produzido. Os estudos cinéticos são importantes porque permitem compreender a taxa de adsorção e o tempo necessário para alcançar a máxima remoção de contaminantes, ajudando a otimizar o processo. No experimento, a casca foi coletada no município de Estância Velha/RS, moída, lavada e seca em estufa por 24 horas a 105 °C. A ativação foi realizada com ácido fosfórico (H_3PO_4) a 40% na proporção de 1:1 em massa, e o material foi mantido em repouso em estufa a 105 °C por 72 horas. Em seguida, a pirólise foi conduzida a 500 °C, com neutralização em água e secagem final em estufa.

Os ensaios demonstraram que o carvão ativado produzido atingiu aproximadamente 93 % de eficiência na remoção de ibuprofeno, com um tempo de equilíbrio de adsorção em torno de 35 minutos, indicando um alto potencial para o tratamento de água contaminada com fármacos (Bitencourt, 2023).

Araucaria angustifolia (Pinhão)

A araucária ou pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) é uma árvore emblemática da paisagem brasileira e a principal espécie conífera nativa das regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde cresce naturalmente e complementa a produção de pequenos produtores rurais. Populações indígenas historicamente utilizavam o pinhão, semente da araucária, como alimento sazonal (De Souza, 2021). No início do século XX, a madeira da araucária foi um dos produtos mais exportados pelo Brasil, superado apenas pelo café. Contudo, devido ao seu lento crescimento e intensa exploração, a extração da madeira tornou-se economicamente inviável (De Souza, 2021).

Em 2023, a produção de pinhão no Brasil foi de cerca de 12.120 toneladas, com o Paraná liderando a produção, seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2023).

Enquanto a polpa do pinhão é consumida, as cascas das sementes são descartadas como resíduos orgânicos sem valor comercial. No entanto, a casca, composta por 40,6 % de lignina, hemicelulose e celulose, apresenta um potencial sustentável e econômico para a produção de carvão ativado (Nebes, 2019). Em seu estudo, Nebes (2019) coletou cascas de pinhão na região de Londrina, Paraná, lavou-as com água corrente e destilada, secou-as em estufa a 105 °C, e padronizou a granulometria para 150 - 300 µm. A ativação do carvão foi feita com hidróxido de potássio (KOH) e água, seguida de 20 minutos em ultrassom para homogeneização. A secagem foi realizada em estufa a 105 °C por 24 horas. Posteriormente, o carvão seco foi aquecido em um reator de aço inoxidável, onde o processo de ativação ocorreu. Após o aquecimento, o carvão passou por lavagens com solução de HCl e água destilada até atingir pH próximo de 6,0, removendo resíduos inorgânicos.

Nos testes de adsorção com azul de metileno, 0,1 g do carvão ativado foi agitado em solução de 50 mL a 1200 mg/L por 60 minutos. Os resultados indicaram que, sob condições ideais de ativação (835 °C, 103,8 minutos, e razão ativante/carvão de 5,79:1), o carvão atingiu uma eficiência de adsorção de 99,97%. Outro teste com ativação a 944 °C e 80 minutos alcançou 99,99% de remoção, demonstrando que o carvão ativado da casca de pinhão é altamente eficaz na adsorção de corantes como o azul de metileno, tornando-se uma alternativa viável para tratamento de efluentes (Nebes, 2019).

Citrus sinenses (Laranja)

A laranja (*Citrus sinenses*) é originária da Ásia e foi introduzida no Brasil durante as primeiras expedições portuguesas no século XVI. No território brasileiro, a fruta encontrou condições climáticas favoráveis, tornando-se amplamente popular e essencial na alimentação, sendo consumida tanto in natura quanto em sucos e ingredientes diversos. Além de suas propriedades nutricionais, a casca da laranja possui óleos essenciais, utilizados em cosméticos e produtos de limpeza (Cavalcante, 2015).

Estimasse que na safra de 2019/20 foram produzidas 46 milhões de toneladas de laranja, o que torna a fruta cítrica a mais cultivada no mundo. Na safra de 2020/21, o Brasil produziu cerca de 32,8% da laranja cultivada mundialmente, consolidando-se como o maior produtor global (Vidal, 2021). A alta produção de laranja gera uma quantidade considerável de resíduos, como sementes, polpas e cascas. Uma alternativa promissora para o aproveitamento desses resíduos é a produção de carvão ativado visando seu uso no tratamento de água para consumo humano (Domingues, 2021).

Domingues (2021) realizou um experimento baseado em trabalhos anteriores, nos quais utilizou a casca de laranja para produzir carvão ativado. No processo experimental, as cascas de quatro laranjas foram trituradas e submetidas a aquecimento em mufla a aproximadamente 380 °C, o que resultou em um material de coloração preta, característico do carvão. Impurezas foram removidas por meio de lavagens com água destilada, seguido de filtração e armazenamento em dessecador.

Para a ativação química, foi usada uma solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) a 4 g/L. A amostra de 1 g do carvão foi misturada em 250 mL da solução de $CaCl_2$ e agitada por 20 minutos. Em seguida, o carvão ativado foi aplicado em amostras de água de poços artesianos contaminados com nitrato. O pH da água foi ajustado para valores entre 5,6 e 5,68 com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1 mol/L. A eficiência do carvão foi testada agitando 1,3 g a 1,42 g do material em 125 mL da amostra durante 20 minutos.

Os resultados indicaram uma redução de 47,13% na concentração de nitrato nas amostras tratadas. Segundo a legislação vigente, o limite máximo de nitrato é 10 mg/L, e o carvão ativado produzido a partir da casca de laranja demonstrou capacidade para tratar amostras com concentrações de até 18,5 mg/L de NO_3, mostrando-se uma alternativa eficiente e sustentável para o tratamento de água (Domingues, 2021).

Cocus nucifera (Coco verde)

O cultivo do coqueiro (*Cocus nucifera L.)* é uma das atividades agrícolas mais importantes no mundo (Benassi, 2013). No Brasil, cerca de 200 mil hectares foram destinados ao cultivo dessa palmeira em 2018 (IBGE, 2019). O fruto do coqueiro é consumido in natura e também industrializado para diversos produtos. Contudo, cerca de 80% do peso do coco é casca, que frequentemente é descartada como resíduo orgânico (De Almeida E Silva, 2017). Esse descarte gera um impacto ambiental considerável, especialmente nas regiões litorâneas do Brasil, onde cerca de 70% do lixo é composto por cascas de coco verde (Mattos, 2012).

A casca do coco, composta principalmente por hemicelulose, celulose e lignina, é uma biomassa com potencial para a produção de carvão ativado devido à sua estrutura lignocelulósica, que após a ativação se torna altamente porosa (Teixeira, 2020). Essa característica permite transformar o resíduo em um material de valor agregado, utilizado no tratamento de água e na adsorção de poluentes.

Em um estudo realizado em Porto Alegre, Teixeira (2020) produziu carvão ativado a partir da casca de coco verde coletada em bancas comerciais. As cascas foram

descascadas e fragmentadas, secas em estufa a 110 °C por 24 horas e trituradas até a granulometria adequada. A ativação foi realizada com ácido fosfórico (H_3PO_4) em diferentes concentrações e tempos.

Para os testes de adsorção, foi utilizado o corante azul de metileno. Em cada ensaio, 2 mg do carvão ativado foram misturados com 40 mL de solução de azul de metileno (2 ppm), e as amostras foram mantidas no escuro. Amostras foram coletadas em intervalos regulares até o equilíbrio, que foi alcançado em cerca de 60 minutos, com mais de 50% do corante adsorvido nos primeiros 30 minutos. O uso de ácido fosfórico em concentrações mais elevadas não resultou em um aumento significativo da área superficial específica do carvão, indicando que o aumento da concentração do reagente não melhorou a capacidade de adsorção (Teixeira, 2020).

Musa spp (Banana)

A banana é a fruta in natura mais consumida no Brasil, presente em todas as faixas etárias e classes sociais devido à sua praticidade. Cultivada por agricultores de diferentes portes em todo o território nacional, o Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial, com produção anual acima de 6,6 milhões de toneladas (Embrapa, 2024). A casca de banana representa cerca de metade do peso da fruta madura e, apesar de sua abundância, possui poucas aplicações industriais, sendo utilizada de forma limitada na alimentação humana e animal (Cruz, 2009).

Uma alternativa promissora para o reaproveitamento da casca é seu uso como precursor de carvão ativado, pois é um material de baixo custo e amplamente disponível. A casca de banana possui cerca de 75% de água e 25% de matéria seca, contendo vitaminas A e C, potássio, cálcio, ferro, sódio, magnésio, zinco e cobre. A farinha da casca é rica em material orgânico-mineral, com 35% de amido, 31 % de açúcares totais, 65% de umidade, 13% de cinzas, 10% de lipídios e 8,80% de proteínas, o que confere ao material grupos funcionais capazes de interagir com íons metálicos (Cruz, 2009). Sugumaran et al. (2012) destacam ainda que os resíduos da bananeira são úteis no tratamento de água potável, na adsorção de corantes e na remoção de metais pesados em efluentes industriais.

Em Tangará da Serra, Mato Grosso, Souza (2017) realizou um estudo com bananas coletadas durante os períodos de seca (agosto a outubro) e chuva (dezembro a fevereiro). As amostras foram divididas em três composições para produção de carvão ativado: casca, polpa e casca com polpa. O material foi desidratado e submetido à ativação química com KOH 10% por 60 minutos, seguido de secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, carbonização em mufla a 550 °C por 15 minutos, imersão em solução de HCl 10% por 2 horas, lavagem com água destilada e secagem final a 105 °C por 24 horas.

Para a análise de adsorção do corante azul de metileno, utilizou-se 1 g dos carvões ativados em 100 mL de solução de azul de metileno a 50 mg/L. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente, sob agitação de 80 rpm por 2 horas, mantendo o pH

das soluções. Os resultados indicaram que os carvões ativados, especialmente aqueles feitos com casca de banana verde, apresentaram uma eficiência de adsorção entre 88,33% e 94,78%. Os carvões produzidos a partir das bananas verdes, particularmente os compostos apenas pela casca, demonstraram maior eficácia em comparação aos produzidos com as bananas maduras, que atingiram uma eficiência máxima de 77,10%. Embora o desempenho tenha sido satisfatório, não superou o carvão ativado comercial produzido com madeira de Pinus (Souza, 2017).

Orbignya sp (Babaçu)

O babaçu (*Orbignya sp*) é uma planta lignocelulósica nativa do Brasil e considerado o maior recurso oleífero nativo do mundo, distribuído amplamente pelo interior do país, desde o Amazonas até São Paulo (Carvalho, 1998). O Maranhão abriga a maior concentração dessa palmeira, com 93 % das ocorrências localizadas nesse estado (IBGE, 2023). O fruto do babaçu é composto por cinco partes distintas: o epicarpo, camada externa de coloração amarelo-avermelhada e estrutura fibrosa, que representa 12% do fruto; o mesocarpo, uma camada farinhosa rica em amido, que compõe 23%; o endocarpo, casca rígida que protege as amêndoas, representando 58 % do fruto; e as sementes, onde se encontram as amêndoas, fonte de óleo vegetal e que correspondem a 7 % do fruto (Lorenzi, 2004).

Segundo o último censo nacional, o Brasil produziu cerca de 26.475 toneladas de amêndoas de babaçu, o que indica que aproximadamente 351.739 toneladas do fruto foram utilizadas em produções secundárias ou descartadas inadequadamente, causando impacto ambiental negativo (IBGE, 2023).

A casca do babaçu foi utilizada por Silva et al. (2022) para produzir carvão ativado em um estudo realizado na zona rural de Aldeias Altas, no Maranhão. O processo foi feito em uma caieira, com o objetivo de criar alternativas acessíveis de tratamento de água para famílias sem acesso a serviços de saneamento. Após a carbonização, 2 kg do carvão vegetal foram submersos por 24 horas em uma solução com 6 litros de água (H_2O) e 480 g de hidróxido de sódio (NaOH) para ativação química. Em seguida, o líquido foi drenado, e o carvão passou por uma série de 10 lavagens para remoção de resíduos, sendo depois seco em estufa a 100 °C por cerca de uma hora.

O carvão ativado foi então utilizado em um filtro caseiro para tratar amostras de água coletadas de uma torneira local. Foram realizadas duas análises: uma amostra de água diretamente da torneira e outra após a passagem pelo filtro contendo o carvão ativado. Nos resultados, houve uma redução da turbidez, passando de 0,27 uT na água da torneira para 0,17 uT na água filtrada, ambos dentro do limite permitido de 0,5 uT pela legislação. Em relação ao dióxido de carbono (CO_2), a água da torneira apresentou 5,28 mg/L, enquanto a água filtrada apresentou 3,52 mg/L, com uma redução de 1,76 mg/L após a filtração. Níveis elevados de CO_2 dissolvido na água indica decomposição orgânica ou mineral anômala e

são um fator importante na monitorização da acidez e qualidade das águas (Dos Santos Silva, 2020).

Oryza sativa (Arroz)

O arroz (*Oryza sativa*), originário da Ásia, é o cereal de cultivo contínuo mais antigo do mundo, pertencendo à família Poaceae, que inclui também milho, trigo, cana-de-açúcar, bambu e gramíneas (Santos, 2021).

No Brasil, o arroz é amplamente cultivado, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, que é o maior produtor nacional (IBGE, 2023). Durante o beneficiamento, a casca do arroz é removida e representa cerca de 23% do peso total do grão (Kieling, 2016).

Segundo o IBGE, a produção de arroz com casca no Brasil em 2023 foi de aproximadamente 10,3 milhões de toneladas, o que indica que cerca de 2,36 milhões de toneladas correspondem à casca de arroz (IBGE, 2023). O aproveitamento desse abundante resíduo agroindustrial para a produção de materiais de interesse tecnológico tem se mostrado promissor, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, especialmente em países com grandes plantações de arroz, como o Brasil e nações asiáticas (Schettino Jr, 2007).

A casca de arroz, ao ser transformada em cinzas, não apresenta riscos à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser reciclada de maneira segura. Composta principalmente por sílica, a casca é uma matéria-prima promissora para diversos setores, incluindo construção civil, cerâmica, química e siderurgia. Essa composição também desperta interesse para seu uso como material adsorvente (Kieling, 2016).

Nesse contexto, Ries (2019) desenvolveu um estudo comparando carvões ativados comerciais de diferentes granulometrias com um carvão vegetal produzido a partir da pirólise da casca de arroz, para a adsorção de cromo Cr (VI). O carvão de casca de arroz foi produzido por pirólise rápida a 600 °C, sem processo adicional de ativação e limpeza de sua superfície.

Para avaliar a adsorção de Cr (VI), foram testadas quantidades de carvão entre 0,005 e 0,35 g em 50 mL de solução aquosa com concentração inicial de 2 mg/L de Cr (VI) e pH ajustado para 3,0. Os sistemas foram mantidos sob agitação orbital a 150 rpm e temperatura de 25 °C por 2 horas. Após a agitação, a solução foi filtrada, e amostras do sobrenadante foram analisadas para determinar a concentração residual de Cr (VI) pelo método espectrofotométrico com 1,5-difenilcarbazida. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

O carvão em pó apresentou a maior eficiência na remoção de cromo, atingindo 80 % de remoção em apenas 10 minutos e remoção total em 100 minutos, assim como o carvão granular de menor granulometria. O carvão de maior granulometria levou cerca de 180 minutos para alcançar 78,1% de remoção, enquanto o carvão de casca de arroz removeu aproximadamente 85,5% do Cr (VI) no mesmo período, demonstrando resultados promissores e alcançando valores comparáveis aos carvões ativados comerciais (Da Silva Ries, 2019).

Selenicereus undatus (Haw.) D.R. Hunt) (pitaia)

Apontada como uma fruta exótica no Brasil, a pitaia faz parte da família Cactaceae e é também chamada de Dragon Fruit ou Fruta-do-Dragão. Estima-se que exista nas Américas cerca de 100 gêneros e 1500 espécies nativas (Dos Santos, 2021).

Algumas espécies desta fruta são a pitaia-vermelha-de-polpa-branca (*Hylocereus undatus*), pitaia-vermelha-de-polpa-vermelha (*Hylocereus costaricensis*), pitaia-amarela (*Selenicereus megalanthus*) e pitaia-do-cerrado (*Selenicereus setaceus*). Dentre estas espécies, a pitaia-vermelha-de-polpa-branca é, na atualidade, a mais cultivada (Junqueira, 2010). É possível encontrar espécies nativas e naturalizadas no Cerrado brasileiro e também em matas de transição, no entanto a fruta ainda é considerada exótica no país (Faleiro, 2021).

Segundo dados de 2017 do IBGE, o Brasil teve uma produção de 1.459 toneladas distribuída em 536 hectares, os estados de Santa Catarina e Paraná, são os maiores produtores atualmente (IBGE, 2017).

Por integrar a família *cactácea*, a pitaia tem capacidade de produção de mucilagem, que faz parte da fibra alimentar e considerado um carboidrato complexo, que possui grande potencial para ser usado como adsorvente para o tratamento de água (Carlos, 2022). O cladódio da pitaia, é parte da folhagem da planta, substancia abundante e sem descarte definido. Carlos, 2022 utilizou essa matéria prima como coagulante vegetal para tratamento de água. O processo de coagulação é o processo responsável por reduzir a maior parte das impurezas presentes na água bruta. O autor realizou a secagem do cladódio em estufa, trituração em moinho de facas e peneiramento para atingir a granulometria adequada. A comparação da eficácia do cladódio de pitaia foi realizada com o uso de um coagulante vegetal já utilizado extensamente em pesquisas que envolvem o tratamento de água, ou seja, a semente de moringa da espécie Moringa oleífera e o coagulante comercial sulfato de alumínio, muito utilizado em estações de tratamento de água convencionais. A avaliação considerou os parâmetros de potabilidade cor verdadeira, cor aparente, turbidez, potencial hidrogeniônico (pH) e Carbono Orgânico Dissolvido (COD). Foram analisadas amostras de água coletadas as margens da lagoa Itapeva, localizada na cidade de Torres, RS.

Resultados deste estudo mostraram que o ajuste do pH afetou diretamente as etapas de coagulação e floculação. A pitaia apresentou melhor condição de atuação em ácido (pH 3), enquanto o sulfato de alumínio foi em pH 6 e a semente de moringa não apresentou especificidade. De maneira geral, o sulfato de alumínio foi quem apresentou melhores resultados para remoção dos parâmetros. A moringa e a pitaia apresentaram resultados semelhantes. O inconveniente do uso da pitaia foi a necessidade de regulagem do pH, mas que também acaba tendo resultados significativos e promissores, principalmente estudando seu uso em tratamentos de efluentes com concentrações ácidas (Carlos, 2022). Apenas outros dois estudos foram encontrados com o uso do cladódio de pitaia no tratamento de água, porém, tais estudos utilizaram uma etapa adicional de extração do coagulante (Shafad et al., (2013), Rayudu et al., 2022).

Não foram encontrados na literatura estudos que apontem para a síntese de carvão ativado utilizando o cladódio de pitaia. Contudo, esse resíduo agroindustrial apresenta características e propriedades adequadas para esse propósito.

A Figura 2 apresenta as diferentes biomassas que foram exploradas no estudo, incluindo casca de laranja, coco verde, banana, cladódio de pitaia, babaçu, arroz, pinhão e acácia-negra.

Figura 2 – Biomassas exploradas neste estudo como adsorventes potencias para produção de carvão ativado.

Fonte: Imagens retiradas de fontes diversas.

Uso das biomassas – Estado da arte

A Tabela 1 apresenta uma revisão de estudos internacionais sobre o uso de biomassas na produção de carvão ativado, identificados por meio das palavras-chave activated charcoal, biomass, water treatment, adsorbent e sustainability, utilizando o Portal de Periódicos da CAPES.

Os estudos analisados demonstram o potencial das biomassas como matéria-prima para a produção de carvão ativado, destacando sua eficiência na remoção de poluentes relevantes para a potabilidade da água, como corantes, metais e surfactantes. Os resultados

indicam que essas biomassas apresentam altas taxas de remoção de contaminantes, evidenciando seu potencial como alternativa sustentável aos adsorventes convencionais.

Fonte	Local	Biomassa	Indicador	Principais resultados
JJAGWE et al. (2021)	Uganda	Borra de café (*Coffea sp.*)	Acid orange 7	Eficiência de remoção de 97,4%
VILLABONA et al. (2018)	Colômbia	Palma Africana (*Elaeis guineensis*)	Azul de metileno	Eficiência de remoção de 99,2%
BARASARATHI et al. (2022)	India	Casca de nozes (*Juglans regia*)	Cádmio (Cd)	Eficiência de remoção de 78%
PESTANA et al. (2024)	Moçambique	Baobá (*Adansonia digitata*)	Azul de metileno	Eficiência de remoção de 90%
AHMED et al. (2023)	Iraque	Junco Iraquiano (*Phragmites australis*)	Dodecilbenzeno sulfonato de sódio (SDBS)	Eficiência de remoção de 90,5%

Tabela 1 – Aplicação de biomassas na produção de carvão ativado para remoção de poluentes.

Fonte: Autor, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo explorou o uso de biomassas brasileiras na produção de carvão ativado, destacando seu potencial adsorvente e sua contribuição para a sustentabilidade e valorização de resíduos agroindustriais. As biomassas analisadas demonstraram eficiência significativa na remoção de poluentes, apresentando resultados comparáveis aos carvões comerciais. A acácia-negra removeu 93% do ibuprofeno, a *Araucaria angustifolia* atingiu 99,98% de remoção do azul de metileno, e a casca de laranja reduziu 47,13% dos nitratos. Já, a casca de coco verde removeu mais de 50% do corante em 30 minutos, enquanto a casca de banana apresentou eficiência entre 88,33% e 94,78% para corantes. O babaçu melhorou a qualidade da água em filtros caseiros, a casca de arroz foi eficaz na remoção de cromo e o cladódio da pitaia mostrou-se promissor como coagulante vegetal.

Os resultados confirmam que resíduos agrícolas e florestais podem ser aproveitados na produção de carvão ativado para remoção de poluentes, incluindo corantes, fármacos e metais tóxicos, contribuindo para a qualidade da água potável. No entanto, desafios persistem, como a variabilidade das biomassas e a necessidade de aprimoramento tecnológico para ampliar sua aplicação em larga escala.

O acesso à água tratada continua sendo um obstáculo, sobretudo em áreas rurais e periféricas, onde a falta de saneamento impacta a qualidade de vida. Investir em pesquisas e tecnologias para o aproveitamento de biomassas no tratamento de água é essencial para fortalecer políticas públicas, promover saúde e segurança hídrica, além de contribuir para a gestão sustentável dos recursos naturais e a economia circular.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Água no Mundo. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo. Acesso em: 9 out. 2024.

AHMED, T. A.; ABDULHAMEED, A. S.; IBRAHIM, S.; ALOTHMAN, Z. A.; WILSON, Lee D.; JAWAD, A. H. High surface area mesoporous activated carbon produced from Iraqi reed via pyrolysis assisted H_3PO_4 activation: Box-Behnken design for surfactant removal. Diamond and Related Materials, v. 133, p. 109756, mar. 2023.

ALMEIDA, B. C.; REZENDE, C. S. A.; PEDROZA, M. M.; LOBO, R. N.; ARRUDA, G. A. Produção de carvão ativado a partir da pirólise da casca de laranja. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica, p. 451-472, 2024.

ALMEIDA, M. A.; COATTI, L.; GHANI, Y. A.; COLOMBO, R. Desenvolvimento de carvão ativado a partir de bagaço de cana-de-açúcar e sua aplicação na adsorção de ácido orgânico. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 3, p. 2955-2965, 2021.

BARASARATHI, J.; ABDULLAH, P. S.; UCHE, E. C. Application of magnetic carbon nanocomposite from agro-waste for the removal of pollutants from water and wastewater. Chemosphere, v. 305, p. 135384, 2022.

BENASSI, A. C.; FANTON, C. J.; DE SANTANA, E. N. O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção. 2013.

BITENCOURT, D. S. L. Adsorção de ibuprofeno por carvão ativado obtido do resíduo da casca da acácia-negra (Acacia mearnsii De Wild.). 2023.

CARLOS, Ê. B. Eficiência dos coagulantes vegetais pitaia (Selenicereus undatus (Haw.) Dr Hunt) no tratamento de água para consumo humano. 2022. Dissertação – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Francisco de Paula – RS.

CARVALHO, J. H. Programa Nacional de Pesquisa de Babaçu: uma experiência a ser continuada e aplicada. Teresina: Embrapa Meio Norte, 1998. 4 p. (EMBRAPA Doc./32).

CAVALCANTE, V. R. Produção de carvão ativado a partir de resíduos de coco, banana e laranja. 2015. Dissertação – Universidade Católica de Pernambuco, Recife – PE.

CENTRO DE INFORMAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2016. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf. Acesso em: 8 ago. 2024.

CLAUDINO, A. Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

CRUZ, M. A. R. Utilização da casca de banana como biossorvente. 2009. Dissertação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.

DA SILVA RIES, L. A.; DA SILVEIRA, J. H. Remoção de Cr (VI) por adsorção empregando carvão ativado comercial e carvão vegetal produzido a partir da casca de arroz. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 6, p. 6477-6494, 2019.

DE AGUIAR LINHARES, F.; MARCÍLIO, N. R.; MELO, P. J. Estudo da produção de carvão ativado a partir do resíduo de casca da acácia-negra com e sem ativação química. Scientia cum Industria, v. 4, p. 74-79, 2016.

DE ALMEIDA E SILVA, E. S. C.; PINTO, B. C.; LIMA, A. S.; DE OLIVEIRA, M. A.; DA SILVA BEZERRA, A. C.; SOUZA, T. S. F.; RODRIGUES, C. G.; MACHADO, A. R. T. Equilíbrio de adsorção do corante rodamina B em carvão ativado obtido dos resíduos do coco verde. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 3, n. 8, p. 1051-1058, 2017.

DE COSTA, Patrícia D.; FURMANSKI, Luana M.; DOMINGUINI, Lucas. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de casca de nozes para adsorção de azul de metileno. Revista virtual de química, v. 7, n. 4, p. 1272-1285, 2015.

DE SOUSA, V. A.; FRITZSONS, E.; PINTO JUNIOR, J. E.; DE AGUIAR, A. V. Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil. EMBRAPA Florestas. Brasília-DF, 2021. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137523. Acesso em: 5 nov. 2024.

DOMINGUES, L. F.; et al. Produção de carvão a partir da casca de laranja ativado com cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e sua aplicação em tratamento de água contaminada com nitrato (NO_3^-). Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 404-413, 2021.

DOS SANTOS SILVA, J.; CRUZ, L. O.; BARROS, R. S.; ANI, F. N.; SALGADO, M. F.; CRUZ, L. O. Produção de carvão ativado da casca do babaçu e sua eficiência no tratamento de água para o consumo humano. Engenharia Florestal: Desafios, Limites e Potencialidade, p. 654-685, 2020.

DOS SANTOS, D. N.; PIO, L. A. S.; FALEIRO, F. G. Pitaya: uma alternativa frutífera. EMBRAPA, Brasília-DF, 2021.

EMBRAPA. Banana. Disponível em: https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/banana. Acesso em: 10 ago. 2024.

FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Eds.). Aplicação de descritores morfoagronômicos utilizados em ensaios de DHE de cultivares de pitaya: manual prático. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2021. 58 p.

GLEICK, Peter H. et al. The World's Water Volume 8. The Biennial Report on Freshwater Resources, v. 9, 2018.

HEYLMANN, K. K. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de caroço de pêssego no tratamento de efluente têxtil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, n. 3, p. 485–494, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; Arroz; Babaçu; Pinhão; Pitaya. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html;

https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/arroz/br;

https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/babacu/br;

https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pinhao/br;

https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/pitaia/br. Acesso em: 2 nov. 2024.

JJAGWE, Joseph et al. Synthesis and application of granular activated carbon from biomass waste materials for water treatment: A review. Journal of Bioresources and Bioproducts, v. 6, n. 4, p. 292-322, 2021.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANTOS, E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 3, p. 840-846, 2010.

KIELING, A. G. Adsorção de BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) em cinza de casca de arroz e carvão ativado. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

LORENZI, H. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum de Estudos de Flora, 2004.

MATTOS, A. L. A. Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela EMBRAPA. 2012. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2012/relatorios/agroindustriatropical_2012_cascacocoverde.pdf. Acesso em: 5 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562. Acesso em: 18 set. 2024.

NEBES, E. M. Produção de carvão ativado a partir da casca de sementes de pinhão da Araucaria angustifolia. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

OLIVEIRA, G. F. Produção de carvão ativado a partir do pecíolo do babaçu. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MS, 2016.

PESTANA, Isabel da Paixão; GERALDO, Pedro Francisco; MOURÃO, Paulo Alexandre Mira; CASTANHEIRO, José Eduardo; CARREIRO, Elisabete Palma; SUHAS. Utilization of Biomass Waste at Water Treatment. Resources, v. 13, n. 3, p. 37, 2024.

RAYUDU, E. S.; LIKHITHA, A.; REDDY, K. S.; KUMAR, G. N. A study on dragon fruit foliage as natural coagulant and coagulant aid for water treatment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 982, p. 012040, 2022.

RODRIGUES, F. V. Remoção de dipirona por adsorção em carvão ativado. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória – ES.

SANTANA, I.; DA SILVA, T. T.; MULDER, A. P. Coqueiro (Cocos nucifera L.) e produtos alimentícios derivados: uma revisão sobre aspectos de produção, tecnológicos e nutricionais. Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos, v. 2, p. 80-101, 2020.

SANTOS, A. A história do arroz. 2021. Disponível em: https://www.escoladebotanica.com.br/post/arroz#:~:text=O%20arroz%20%C3%A9%20um%20dos,domesticada%20%C3%A9%20a%20Oryza%20sativa. Acesso em: 1 out. 2024.

SCHETTINO JR, M. A. Preparação e caracterização de carvão ativado quimicamente a partir da casca de arroz. Química Nova, v. 30, p. 1663-1668, 2007.

SCHNEIDER, P. R.; TONINI, H. Utilização de variáveis dummy em equações de volume para Acacia mearnsii De Wild. Ciência Florestal, v. 13, n. 2, p. 121-129, 2003.

SEBRAE. O cultivo e o mercado do coco verde. 2016. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-coco-verde,3aba9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD. Acesso em: 1 out. 2024.

SHAFAD, M. R.; AHAMAD, I. S.; IDRIS, A.; ABIDIN, Z. Z. A preliminary study on dragon fruit foliage as natural coagulant for water treatment. International Journal of Engineering Research & Technology, v. 2, n. 12, p. 1057-1063, 2013.

SOUZA, P. G. Carvão adsorvente produzido a partir de bananas aplicado na retenção de impurezas da água. 2017. Dissertação – Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Tangará da Serra.

SUGUMARAN, P.; PRIYA SUSAN, V.; RAVICHANDRAN, P.; SESHADRI, S. Production and characterization of activated carbon from banana empty fruit bunch and Delonix regia fruit pod. Journal of Sustainable Energy & Environment, v. 3, n. 3, p. 125-132, 2012.

SUYENAGA, E. S. Acácia-negra: potenciais usos de reaproveitamento. Revista Conhecimento Online, v. 1, p. 2-7, 2015.

TEIXEIRA, J. L. Obtenção e caracterização de carvão ativado a partir da casca de coco verde. 2020. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

VIDAL, M. F. Produção de laranja na área de atuação do BNB. Caderno Setorial ETENE, ano 6, n. 198, dez. 2021.

VILLABONA ORTÍZ, A.; TEJADA-TOVAR, C.; ACEVEDO, D.; MENDOZA, Z.; BARRIOS PÉREZ, L. Low-temperature activated carbon from mixed biomass oil palm residuals (fibrilla and cuesco) for use in the treatment of oily water. International Journal of ChemTech Research, v. 11, n. 5, p. 60-72, 2018.

ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL EM 2024: O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES E VOLUNTÁRIOS NO RESGATE DE ANIMAIS DOMÉSTICOS

Julio Cesar Nunes Rolhano

Marcio Zamboni Neske

RESUMO: As enchentes que assolaram o Rio Grande do Sul em 2024 configuraram-se como um dos desastres climáticos mais devastadores da história recente do estado, afetando amplamente comunidades humanas e animais. Este artigo explora as ações emergenciais realizadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), em conjunto com bombeiros, Defesa Civil e voluntários, destacando os esforços voltados ao resgate de animais domésticos. Com base em uma abordagem qualitativa, a pesquisa analisa a complexidade das operações, a relevância do planejamento prévio, e a importância da coordenação interinstitucional como pilares para garantir o bem-estar animal em contextos de desastres. O trabalho também aborda os desafios enfrentados pelas equipes de resgate, propondo recomendações para o fortalecimento das políticas públicas na gestão de crises e integração de estratégias que reconheçam o papel central dos animais no contexto das famílias afetadas.

PALAVRAS-CHAVE: Desastres naturais, Bem-estar animal, Gestão de desastres, Resgate de animais.

FLOODS IN RIO GRANDE DO SUL IN 2024: THE ROLE OF INSTITUTIONS AND VOLUNTEERS IN RESCUING DOMESTIC ANIMALS

ABSTRACT: The floods that devastated Rio Grande do Sul in 2024 were among the most catastrophic climate disasters in the state's recent history, significantly impacting human and animal communities. This article explores the emergency actions carried out by the State Department of Environment and Infrastructure (SEMA), in collaboration with firefighters, Civil Defense, and volunteers, emphasizing the efforts directed toward the rescue of domestic animals. Based on a qualitative approach, the research analyzes the complexity of operations, the relevance of prior planning, and the importance of inter-institutional coordination as key pillars for ensuring animal welfare in disaster contexts. The study also addresses the challenges faced by rescue teams, proposing recommendations for strengthening public policies in crisis management and integrating strategies that recognize the central role of animals within affected families.

KEYWORDS: Natural disasters, Animal Welfare, Disaster Management, Animal Rescue.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm se consolidado como um dos maiores desafios globais do século XXI, intensificando a frequência e a gravidade de eventos climáticos extremos. Entre esses, as enchentes figuram como desastres recorrentes que afetam a segurança humana, a economia e o meio ambiente. No Brasil, a fragilidade estrutural e organizacional no enfrentamento de desastres climáticos é amplificada pela falta de integração nas políticas públicas, afetando tanto populações humanas quanto animais. As enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024 ilustram esse cenário de forma contundente.

Considerada a maior cheia da história recente do estado, superando o evento de 1941, as enchentes de 2024 resultaram em 173 mortes, mais de 423 mil pessoas desalojadas e danos materiais e ambientais severos. A chuva acumulada de 461 milímetros entre os dias 27 de abril e 2 de maio foi determinante para elevar o nível do Lago Guaíba a 5,35 metros, alimentado por descargas volumosas das bacias dos rios Jacuí, Taquari, Caí, Sinos e Pardo. Esse cenário evidenciou não apenas a vulnerabilidade das áreas urbanas e rurais, mas também a importância de ações estratégicas e coordenadas para minimizar os impactos de desastres dessa magnitude (SOUZA; FREITAS, 2020; SILVA; PEREIRA, 2020).

Embora o foco inicial da gestão de desastres esteja voltado para a preservação da vida humana, o resgate de animais domésticos e silvestres tem emergido como uma questão de relevância crescente. A relação entre humanos e animais transcende a dimensão econômica, estendendo-se ao campo emocional e comunitário. No entanto, esse aspecto ainda é subvalorizado em políticas públicas e protocolos de emergência, resultando em lacunas críticas durante respostas a desastres naturais.

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), em conjunto com o Corpo de Bombeiros, a Defesa Civil e voluntários, desempenhou um papel central no resgate de animais durante as enchentes. Contudo, a articulação entre essas instituições enfrentou desafios significativos, incluindo a falta de protocolos específicos, a escassez de recursos logísticos e a ausência de infraestrutura adequada para o cuidado e o abrigo temporário dos animais resgatados.

O cenário caótico imposto pelas enchentes revelou lacunas críticas na gestão de desastres, especialmente no que tange à inclusão de ações voltadas para a proteção da fauna. A atuação da SEMA foi crucial para coordenar esforços e definir prioridades, mas sua capacidade de resposta foi limitada pela ausência de planejamento prévio para lidar com a dimensão do impacto sobre os animais. A improvisação de medidas emergenciais, como abrigos provisórios e campanhas de adoção, demonstrou a necessidade urgente de integrar o resgate de animais nos planos estaduais de gestão de desastres (SILVA; PEREIRA, 2020).

Portanto, a análise da atuação conjunta da SEMA, Bombeiros e Defesa Civil durante o evento de 2024 é fundamental para identificar as boas práticas implementadas, os desafios enfrentados e as lições aprendidas. A partir dessa análise, é possível propor melhorias estruturais e operacionais que possam fortalecer a gestão de desastres no estado e servir de referência para outros contextos afetados por crises climáticas.

Este artigo tem como objetivo analisar como a SEMA, em conjunto com outras instituições, respondeu ao desafio do resgate de animais durante as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, avaliando a eficácia das estratégias adotadas e as limitações encontradas. Com isso, busca-se contribuir para o aprimoramento das políticas públicas voltadas para a gestão de desastres, com enfoque na proteção da fauna como um elemento estratégico para a resiliência comunitária.

Este tema é particularmente relevante devido ao impacto abrangente dos desastres naturais, que afetam não apenas as populações diretamente atingidas, mas também os ecossistemas e a fauna local. Entender como as instituições responsáveis atuaram para mitigar esses impactos é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas mais inclusivas e integradas, especialmente em um cenário de agravamento das crises climáticas.

O tema deste artigo ganha um caráter prático e reflexivo a partir da experiência direta do primeiro autor, funcionário público da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), que atuou nas operações de resgate de animais durante as enchentes de 2024. Essa vivência permitiu observar, in loco, os desafios operacionais e estratégicos enfrentados pelas equipes envolvidas, incluindo a necessidade de maior integração interinstitucional, a insuficiência de recursos específicos para o resgate e a ausência de protocolos voltados à proteção da fauna em desastres de grande magnitude. A participação direta no campo trouxe à tona questões importantes para o aprimoramento das políticas públicas, especialmente no que diz respeito à inclusão de ações específicas para animais em todas as etapas da gestão de desastres. Esse olhar prático reforça a importância de estudos que não apenas analisem os eventos climáticos extremos, mas também busquem soluções baseadas em experiências reais, contribuindo para o fortalecimento da resiliência comunitária e ambiental.

Além da introdução, o artigo está estruturado da seguinte forma: a próxima seção discute a gestão de desastres no contexto das mudanças climáticas, destacando conceitos fundamentais e desafios operacionais. Em seguida, a metodologia empregada na pesquisa é detalhada, com foco na análise de dados documentais e entrevistas. Os resultados e discussões são apresentados na seção subsequente, com ênfase na atuação conjunta da SEMA, Bombeiros, Defesa Civil. Por fim, a conclusão traz reflexões sobre os aprendizados do evento de 2024 e recomendações para futuras ações de gestão de desastres no Rio Grande do Sul e em outros contextos similares.

REVISÃO DA LITERATURA

Gestão de Desastres

A gestão de desastres é um campo abrangente que envolve preparação, resposta e recuperação diante de eventos adversos, exigindo uma análise estratégica entre instituições e uma mobilização adequada de recursos. Segundo Alexander (2013), a eficácia da gestão de desastres está diretamente ligada à preparação prévia, que deve englobar o

planejamento estratégico necessário para lidar com a complexidade das operações de resgate (PERRY; LINDELL, 2003). Além disso, a literatura aponta que a integração de tecnologias de informação e comunicação pode melhorar significativamente a resposta a desastres, permitindo uma coordenação mais eficaz entre as equipes de resgate.

As defesas civis desempenham um papel fundamental na gestão de riscos, adotando estratégias que incluem a participação social e a implementação de sistemas de monitoramento e prevenção. Nesse sentido, observa-se que a gestão de riscos deve ser conduzida de maneira adaptativa, considerando a dinamicidade dos eventos extremos e a necessidade de resposta rápida e eficaz (GOMES; SANTOS, 2024).

Além disso, a integração entre diferentes setores é essencial para uma gestão eficiente. Parcerias entre governos, instituições acadêmicas e setor privado possibilitam o desenvolvimento de soluções inovadoras que ampliam a capacidade de resposta. A implementação de plataformas digitais interativas, que permitem a comunicação direta com a população, também se destaca como uma ferramenta essencial para a prevenção e gerenciamento de crises (GOMES; SANTOS, 2024).

A formação contínua e o treinamento específico para as equipes de resgate são cruciais para a eficácia das operações. De acordo com Tierney (2019), a capacitação regular não apenas melhora a resposta imediata, mas também fortalece a resiliência organizacional em longo prazo. A colaboração entre diferentes entidades, como a Defesa Civil e organizações não governamentais, é essencial para otimizar os recursos e garantir uma resposta mais abrangente e eficaz (COPPOLA, 2015). A literatura também sugere que a criação de redes de colaboração entre instituições pode facilitar a troca de informações e experiências, promovendo um aprendizado coletivo que é vital para a melhoria contínua das práticas de gestão de desastres (BOURQUE et al., 2018).

Bem-Estar Animal em Situações de Emergência

O bem-estar animal em situações de emergência é um tema que tem ganhado destaque nas últimas décadas. Serpell (1995) argumenta que o vínculo entre humanos e seus animais de estimação é profundo, e a segurança dos animais pode ser tão importante quanto a dos próprios indivíduos. Tierney (2019) sugere que a eficácia da resposta a desastres está diretamente relacionada à capacidade das instituições de trabalhar de maneira coordenada, devendo englobar não somente os humanos, mas também os animais, conforme o conceito de família multiespécie.

Este conceito “multiespécie” reflete a integração de animais na estrutura familiar humana, na qual esses seres são vistos como membros da família e assumem um papel afetivo significativo (REDMALM, 2015). Como ressalta Redmalm (2015), “os animais de estimação não são apenas companheiros; eles se tornam integrantes de uma unidade familiar que compartilha emoções, práticas diárias e, muitas vezes, valores culturais.” Esse entendimento reforça a importância de considerar os laços entre humanos e animais em

contextos de desastres e emergências, dado o impacto desses vínculos nas decisões e no bem-estar emocional.

Nesse contexto, a interdependência entre humanos e animais surge como um aspecto essencial que deve ser reconhecido e incorporado nas políticas de resposta a desastres. Como ressalta Paterson (2016), “a gestão de desastres deve considerar a interdependência entre humanos e animais, reconhecendo que a proteção dos animais é fundamental para a recuperação das comunidades afetadas”. Essa abordagem integrada se revela necessária, pois não só melhora a eficácia das operações de resgate, mas também fortalece a recuperação das comunidades impactadas, promovendo uma resposta completa e sustentável.

Donna Haraway, no “Manifesto das Espécies Companheiras”, propõe uma análise crítica das relações entre humanos e cachorros, argumentando que essas interações moldam a sociedade e refletem desigualdades como o racismo (Haraway, 2008). Ao desafiar a objetificação dos animais, a autora defende uma ética de cuidado e responsabilidade mútua, incentivando a construção de parcerias mais justas e equitativas, visando uma transformação social que promova a inclusão e a sustentabilidade para todas as formas de vida (Haraway, 2008).

Interdependência Humano-Animal e Políticas Públicas

A interdependência entre humanos e animais é um aspecto crucial a ser considerado em políticas públicas voltadas para a gestão de desastres. Essa relação simbiótica implica que o bem-estar de um impacta diretamente o outro, especialmente em momentos de crise. Estudos apontam que a presença de animais de estimação exerce um papel positivo na saúde mental e emocional dos humanos, oferecendo suporte em períodos de estresse (Walsh, 2009; Irvine, 2020). Assim, as políticas públicas precisam refletir essa interdependência, integrando ações de proteção animal nos planos de resposta a desastres para promover uma abordagem mais inclusiva e eficaz.

No contexto das enchentes no Rio Grande do Sul em 2024, as operações de resgate evidenciaram tanto a relevância da mobilização comunitária quanto os desafios estruturais enfrentados. A atuação de ONGs e voluntários foi essencial, mas a ausência de infraestrutura robusta, como abrigos temporários e equipes especializadas, limitou o alcance das ações. Essa lacuna reforça a necessidade de treinamentos regulares para servidores e voluntários, como sugerem Perry e Lindell (2003), bem como a colaboração entre diferentes setores, incluindo organizações de bem-estar animal.

Além disso, estratégias que fortalecem parcerias público-privadas e promovem a criação de planos estaduais abrangentes são fundamentais para aprimorar a eficiência das operações de resgate. Isso inclui medidas como a preparação de abrigos temporários, a capacitação de agentes e a definição de protocolos claros. Essas iniciativas não apenas ampliam a eficiência das respostas emergenciais, mas também reforçam a resiliência emocional das comunidades impactadas, indicando o papel central dos animais no bem-estar coletivo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa, com o objetivo de quantificar as percepções e experiências dos envolvidos nas operações de resgate de animais durante as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul. A pesquisa foi estruturada como descritiva, buscando detalhar as práticas adotadas, os desafios enfrentados e as percepções dos participantes, a fim de fornecer subsídios para o aprimoramento das estratégias de gestão de desastres.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário estruturado, desenvolvido e aplicado utilizando a plataforma *Google Forms*. Essa ferramenta digital é amplamente reconhecida por sua praticidade, acessibilidade e eficiência no processo de coleta e organização de dados. Creswell (2014) destaca que o uso de ferramentas online "facilita a coleta de dados de maneira rápida e estruturada, além de permitir a análise automatizada, reduzindo erros e otimizando o tempo dos pesquisadores". A utilização do *Google Forms* permitiu aos pesquisadores coletarem os dados armazenando automaticamente as respostas, o que garantiu um processo ágil e minimizou possíveis erros humanos.

A coleta de dados foi realizada entre 08 de outubro a 10 de novembro de 2024, permitindo que os participantes refletissem sobre as operações de resgate realizadas, enquanto as memórias das ações ainda estavam frescas. Esse período foi escolhido estrategicamente para assegurar que as respostas captassem as experiências vivenciadas durante o desastre e as sugestões para futuras melhorias.

O questionário foi composto por três blocos principais:

1. **Perfil dos Participantes:** Questões destinadas a caracterizar os respondentes, incluindo informações sobre vínculo institucional e funções desempenhadas durante as operações.

2. **Ações de resgate:** Perguntas relacionadas às práticas utilizadas nas operações de resgate, recursos disponíveis e principais dificuldades enfrentadas.

3. **Avaliação e Sugestões:** Questões voltadas à percepção dos participantes sobre a eficácia das operações e à identificação de oportunidades para aprimorar futuras ações de gestão de desastres.

Os participantes da pesquisa foram selecionados com base em sua participação direta nas operações de resgate realizadas durante as enchentes de 2024. O público-alvo incluiu:

- Servidores públicos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA);
- Membros da Defesa Civil e outras instituições governamentais;

O questionário foi enviado eletronicamente aos participantes, garantindo a acessibilidade e a conveniência para os respondentes. A confidencialidade foi assegurada por meio do anonimato das respostas, proporcionando um ambiente seguro para os participantes expressarem suas opiniões de forma honesta e detalhada.

Os dados coletados foram exportados para planilhas eletrônicas e submetidos a análises estatísticas descritivas. Foram calculadas frequências absolutas e relativas para cada questão, permitindo identificar padrões e tendências nas práticas de resgate, nos recursos empregados e nos desafios enfrentados. A análise foi estruturada de forma a destacar os pontos mais relevantes, evidenciando as práticas bem-sucedidas e os aspectos que necessitam de melhoria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados coletados por meio de um questionário estruturado aplicado via *Google Forms*, tendo 100% de respostas obtidas, foram identificados padrões e tendências significativas sobre as práticas de resgate de animais realizadas durante as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul. O questionário contou com a participação de 37 respondentes, entre servidores públicos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), membros da Defesa Civil e integrantes de instituições governamentais. As respostas forneceram insights valiosos sobre as dinâmicas de trabalho, os recursos disponíveis, os desafios enfrentados e as oportunidades de melhoria nas operações de resgate.

Os resultados foram organizados em categorias analíticas, que agrupam as respostas às perguntas do questionário de forma sistemática e inter-relacionada. As categorias abrangem perfis profissionais, experiências anteriores, desafios enfrentados, impactos emocionais e sugestões para melhorias futuras.

Perfil e experiência dos participantes

Essa variedade de perfis permitiu uma análise abrangente das práticas adotadas e dos desafios enfrentados durante as operações de resgate, considerando diferentes funções e responsabilidades. A participação de profissionais diretamente envolvidos nas ações de resgate, bem como de voluntários e membros de ONGs, enriqueceu os dados coletados, proporcionando uma visão holística das operações realizadas.

A identificação dos perfis dos participantes também possibilitou a avaliação da eficácia da coordenação interinstitucional e da colaboração entre os diversos atores envolvidos nas operações de resgate. Compreender a composição da equipe atuante é essencial para identificar pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias, visando aprimorar futuras ações de resposta a desastres naturais.

A análise detalhada do perfil dos participantes contribui para a formulação de estratégias mais eficazes e integradas, assegurando que as necessidades específicas de cada grupo sejam atendidas e que as operações de resgate sejam conduzidas de maneira coordenada e eficiente.

Na análise realizada nas respostas dos participantes, pode ser observado que a maioria deles exercia o cargo de Analista Ambiental, seguido dos Agentes ambientais, Guardas-parques, chefias e, por último, os Técnicos Ambientais, sendo que o local de atuação de cada um foi bem variado, contando com servidores da Secretaria Estedual do

Meio Ambiente e Infraestrutura, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Conselho Regional de Medicina Veterinária - CRMV e outras instituições.

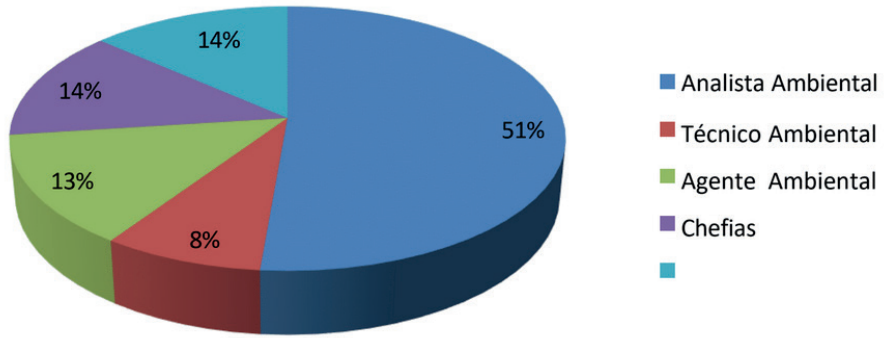


Figura 1 - Perfil dos participantes.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Os dados coletados sobre o tempo de atuação dos participantes em suas respectivas funções revelaram que a maioria dos respondentes possuía experiência significativa nas suas instituições, mas poucas estavam ligadas diretamente ao resgate e resposta a desastres.

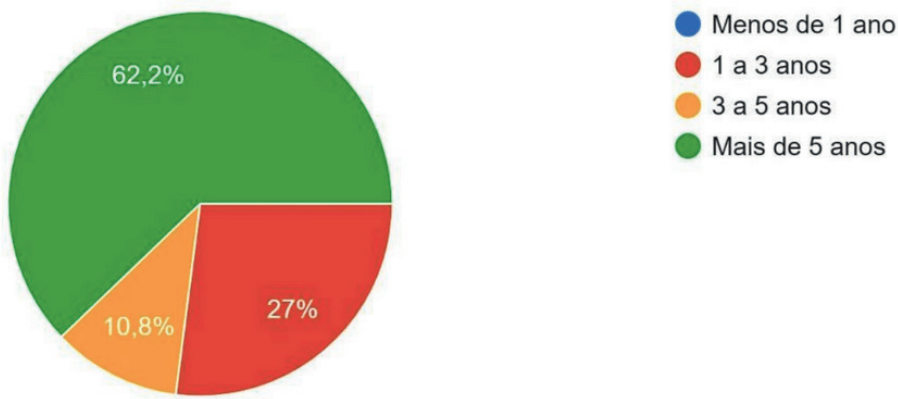


Figura 2 - Tempo de atuação na função.

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

A análise do gráfico revela a distribuição do tempo de atuação dos participantes nas suas ocupações no serviço público. A maioria dos respondentes (62,2%) possui mais de 05 anos de experiência na função, o que indica que as equipes envolvidas no resgate contaram com um número significativo de profissionais experientes. Isso sugere que as operações puderam contar com servidores que tinham grande conhecimento sobre os trâmites das instituições.

Por outro lado, 27% dos participantes têm entre 01 a 03 anos de experiência, o que representa uma parcela considerável de profissionais com certo tempo de prática, mas ainda relativamente novos em comparação com a maioria. Esses profissionais podem ter enfrentado uma curva de aprendizado mais intensa durante o evento, o que ressalta a importância de treinamentos contínuos.

A menor parte dos participantes, 10,8%, tem entre 03 a 05 anos de experiência na função, o que representa um grupo intermediário. Esse segmento de profissionais provavelmente estava em uma fase de maior capacitação e adaptação para lidar com as operações em grande escala. Por fim, o gráfico destaca que não houve participantes com menos de 01 ano de experiência, o que sugere que as operações de resgate foram realizadas por pessoas já bem integradas ao sistema de operações do Estado.

Quando perguntados “Você já havia participado de resgates em desastres naturais antes das enchentes de 2024?”, os resultados mostram que a maioria dos participantes, 89,2%, não tinha experiência anterior em resgates relacionados a desastres naturais. Apenas 10,8% dos respondentes indicaram que já haviam participado de operações de resgate em situações semelhantes.

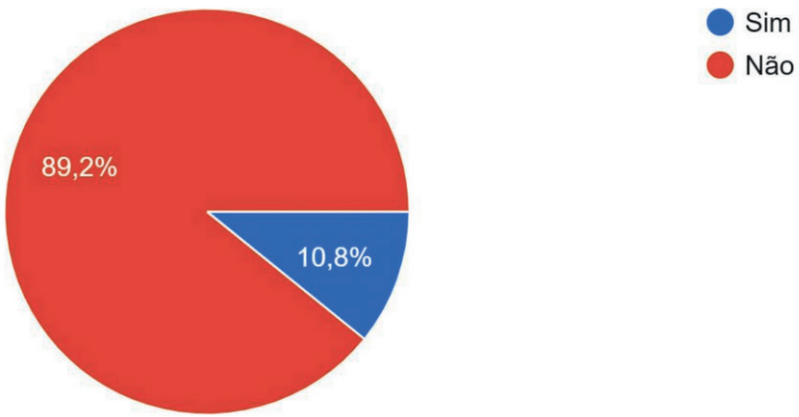


Figura 3 - Já havia participado de resgates em desastres naturais antes das enchentes de 2024?

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Essa predominância de inexperiência prévia reforça a relevância de capacitações específicas e treinamento para equipes de resgate. A falta de vivência em situações de desastres pode ter impacto direto na eficiência e na tomada de decisões durante operações de emergência. Esses dados sugerem a necessidade de políticas públicas que invistam em treinamentos regulares e na preparação das equipes, para que possam atuar com maior confiança e eficácia em eventos futuros.

Envolvimento e operações realizadas

Durante as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul, as operações de resgate concentraram-se em áreas gravemente afetadas em Porto Alegre e região metropolitana, onde muitos animais estavam presos, sem acesso a comida ou água. Sob a coordenação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), essas ações priorizaram a retirada dos animais das zonas de risco e a logística para seu transporte e realocação em abrigos temporários. Essas medidas não apenas protegeram a vida animal, mas também desempenharam um papel importante no alívio emocional das comunidades afetadas, que muitas vezes possuem vínculos significativos com seus animais.

Aspectos avaliados	**Resultados**
Ações de Resgate	Concentradas em áreas gravemente afetadas, envolvendo transporte e realocação em abrigos temporários, protegendo animais e aliviando o sofrimento das comunidades.
Principais desafios	Falta de equipamentos adequados (73%), falta de treinamento específico (73%), acesso difícil às áreas alagadas (54,1%), e falta de coordenação entre equipes (48,6%).
Capacitação e treinamento	Somente 8,1% dos participantes receberam treinamento específico antes das enchentes, enquanto 91,9% não possuíam preparação prévia.
Tipos de animais resgatados	Cães (89,2%), Gatos (48,6%), Animais Silvestres (24,3%), Outros – equinos, ovinos, aves, etc... (10,8%).
Número de operações de resgate	29,7% participaram de mais de 10 operações, 27% em 4 a 6, e 21,6% em 1 a 3 ou de 7 a 10 resgates.

Quadro 1 – Síntese das operações realizadas

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Conforme os resultados apresentados no Quadro 1, os desafios enfrentados durante as operações foram substanciais. Entre os principais obstáculos, as faltas de equipamentos adequados e de treinamento específico foram os mais relatados, com 73% dos participantes destacando essas dificuldades. O acesso difícil às áreas alagadas foi apontado por 54,1% dos respondentes, enquanto 48,6% indicaram problemas na coordenação entre equipes de diferentes organizações. Essas condições adversas limitaram a eficiência das operações e evidenciaram lacunas estruturais e organizacionais na gestão do resgate.

Outro aspecto crítico foi a falta de preparação dos envolvidos. Apenas 8,1% dos participantes relataram ter recebido algum tipo de treinamento específico antes das enchentes, enquanto 91,9% não haviam sido capacitados para lidar com situações de emergência envolvendo animais. A ausência de treinamento adequado comprometeu tanto a eficácia das ações quanto a segurança dos profissionais e voluntários, que enfrentaram altos níveis de estresse e desafios técnicos em campo.

Em termos de tipos de animais resgatados, os cães representaram a maior parte dos resgates, com 89,2%, seguidos por gatos, com 48,6%, e animais silvestres, com 24,3%. Esses dados destacam a predominância de animais domésticos nas operações,

embora a presença significativa de animais silvestres indique a necessidade de estratégias específicas para lidar com espécies não domesticadas. O número de operações realizadas pelos participantes também variou amplamente, com 29,7% relatando envolvimento em mais de 10 resgates, 27% em 4 a 6 operações, e outros 21,6% participando de 1 a 3 ou de 7 a 10 resgates, refletindo a intensidade das ações realizadas.

Esses resultados evidenciam um cenário de resposta emergencial marcado por esforços intensos e desafios significativos, destacando tanto a dedicação das equipes envolvidas quanto as lacunas a serem abordadas para aprimorar futuras operações de resgate.

Colaboração interinstitucional

A colaboração entre órgãos públicos e Organizações Não Governamentais foi fundamental. O Estado do Rio Grande do Sul, além de participar dos resgates, foi responsável pelo apoio na manutenção de abrigos temporários para os animais, garantindo condições adequadas para sua recuperação. A análise das respostas dos participantes indicou que a falta de coordenação entre as equipes e a ausência de um plano de contingência foram obstáculos significativos. Um analista jurídico destacou a importância de um treinamento periódico para as equipes envolvidas, enfatizando que a ação coordenada entre os envolvidos é crucial para o sucesso das operações.

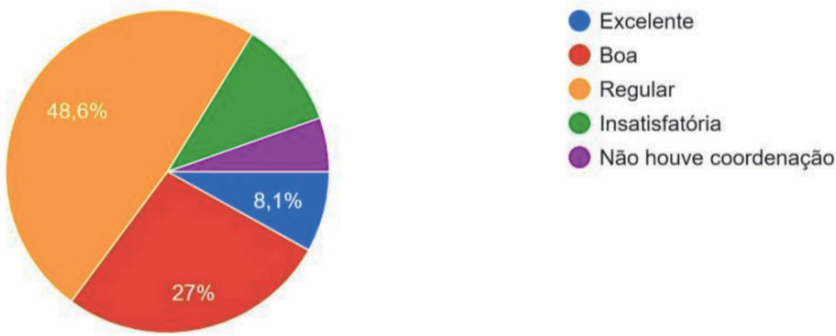


Figura 4 - Como você avaliaria a coordenação entre sua equipe e outras organizações (ONGs, voluntários, etc.) durante as operações de resgate?

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Perspectivas futuras

A análise das respostas indica uma percepção amplamente positiva quanto ao impacto da experiência das enchentes de 2024 no aprimoramento das políticas públicas relacionadas ao resgate de animais em desastres futuros. Dos participantes, aproximadamente 70% acreditam que os aprendizados obtidos durante essa crise são relevantes para a formulação de estratégias mais eficazes. Esse otimismo reflete a

valorização da experiência prática como um componente essencial para a melhoria de políticas públicas, conforme apontado por McLennan (2014), que destaca que as respostas efetivas a desastres dependentes de um aprendizado contínuo e adaptativo.

A experiência prática das enchentes permitiu identificar lacunas e oportunidades de melhoria nas operações de resgate. Por exemplo, relatos de falta de recursos adequados e de treinamento emergiram como desafios críticos, diminuindo a necessidade de investimentos em capacitação técnica e infraestrutura. Além disso, a colaboração entre a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) e outras entidades foi percebida como um ponto forte que pode ser ainda mais consolidado em iniciativas futuras.

Por outro lado, 30% dos entrevistados demonstraram ceticismo em relação à possibilidade de traduzir a experiência prática em avanços concretos. Esse grupo aponta possíveis limitações institucionais, como a falta de continuidade nas políticas públicas e a ausência de recursos financeiros para a implementação de mudanças significativas. Como sugere Tierney (2019), um dos principais desafios na gestão de desastres é garantir que as lições aprendidas em eventos anteriores sejam institucionalizadas em políticas robustas e sustentáveis.

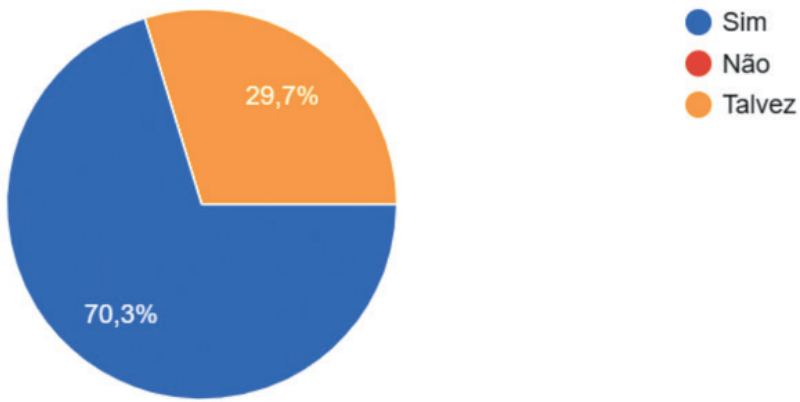


Figura 5 - Você acredita que a experiência adquirida nas enchentes de 2024 pode contribuir para a melhoria das políticas de resgate de animais em desastres futuros?

Fonte: Pesquisa de campo (2024).

Quanto às sugestões de melhorias nas operações de resgate, a análise das respostas à questão sobre sugestões de melhorias para futuras operações de resgate de animais em desastres naturais evidencia a importância de ações estruturadas e planejadas, fundamentadas em treinamento e melhoria interinstitucional. As sugestões recebidas convergem em torno de três pilares principais: planejamento estratégico, capacitação contínua e infraestrutura adequada.

Diversos destacaram a necessidade de um plano estadual abrangente para enfrentamento de desastres, com treinamento regular para servidores públicos e

voluntários. Um participante enfatizou que “o treinamento periódico de equipes para atuar em desastres e no salvamento de animais, aliado a uma ação coordenada entre os envolvidos, é fundamental”. Essa percepção se alinha com estudos que apontam que uma formação específica e contínua aprimora a eficácia das respostas emergenciais e fortalece a resiliência organizacional (Alexander, 2013; Tierney, 2019).

Adicionalmente, foi apontada a carência de infraestrutura adequada para as operações. Entre as sugestões, destaca-se a necessidade de veículos específicos para o transporte seguro de animais, abrigos previamente definidos e preparados, e a disponibilização de equipamentos de proteção individual (EPI). Conforme explicou um respondente, “é essencial melhorar a estrutura geral do Estado, incluindo a cooperação entre ONGs e instituições, para garantir suporte financeiro e logístico adequado às operações emergenciais”. Esse aspecto ressoa com Irvine (2020), que argumenta que o bem-estar animal em desastres depende tanto da preparação institucional quanto da alocação eficiente de recursos. Além disso, estudos como o de Heath e Linnabary (2015) enfatizam que investimentos em infraestrutura e protocolos especializados podem reduzir significativamente as lacunas no atendimento emergencial, garantindo maior eficiência e segurança durante crises.

Por fim, a criação de protocolos claros e centralizados foi amplamente mencionada como uma medida crítica para o sucesso das operações. A necessidade de manter listas atualizadas de voluntários capacitados e locais de abrigo emergencial também foi destacada, reforçando a importância de ações preventivas que otimizem o tempo de resposta e a eficiência das operações. Como apontado por um entrevistado, “é necessário haver uma cooperação centralizada, que dê comandos claros para quem está na linha de frente”.

Essas recomendações apontam para a necessidade de políticas públicas robustas, que não apenas integram o resgate de animais como um componente essencial da gestão de desastres, mas também promovem uma abordagem holística, envolvendo treinamento, planejamento e infraestrutura. A inclusão dessas medidas contribuirá significativamente para a mitigação de impactos de desastres futuros, tanto para as comunidades humanas quanto para os animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As enchentes no Rio Grande do Sul em 2024 evidenciaram tanto os avanços quanto as limitações na gestão de desastres envolvidos no resgate de animais domésticos. A SEMA, em conjunto com outros órgãos e voluntários, demonstrou a importância de ações coordenadas e da integração de políticas públicas externas ao bem-estar animal.

Entre os principais desafios identificados, destacam-se a falta de infraestrutura específica, a necessidade de treinamento regular e a ausência de protocolos padronizados

para situações emergenciais. Apesar disso, a mobilização da sociedade civil e a colaboração interinstitucional foram fundamentais para minimizar os impactos do desastre.

Para o futuro, recomenda-se:

1. **Fortalecer as parcerias interinstitucionais**, incluindo a criação de protocolos de ação conjunta;

2. **Investir em treinamento específico e contínuo**, formando equipes especializadas;

3. **Ampliar a infraestrutura e os recursos destinados ao resgate animal**, incluindo a criação de abrigos temporários permanentes.

Essas ações não apenas promoverão maior eficiência nas respostas a desastres, mas também promoverão a resiliência das comunidades afetadas, consolidando o bem-estar animal como uma prioridade ética e social.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, D. E. Disaster and Emergency Planning for Preparedness, Response, and Recovery. In: *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. Oxford: Oxford University Press, 2015. p. 1-20. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.12.

CRESWELL, J. W. Desenho de pesquisa: abordagens qualitativas, quantitativas e de métodos mistos. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

CUNHA, L. O. Gestão de Riscos e Desastres Ambientais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.

FERNANDES, M. et al. Resgate de Fauna em Cenários de Emergência. *Revista Brasileira de Proteção Animal*, v. 18, n. 2, 2022. Disponível em: https://www.protecaoanimal.org/resgate-fauna-emergencia. Acesso em: 02 dez. 2024.

GOMES, A.; SANTOS, R. Estratégias para gestão de riscos de desastres no Brasil. Revista de Gestão e Planejamento, v. 12, n. 1, p. 45-62, 2024. Disponível em: https://periodicos.fgv.br/gvexecutivo/article/view/90753. Acesso em: 17 fev. 2025

HARAWAY, Donna J. When Species Meet. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008.

HEATH, S. E.; LINNABARY, R. D. Desafios do manejo de animais em desastres nos EUA. *Animals*, v. 5, n. 2, p. 173–192, 2015. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/5/2/173/xml. Acesso em: 03 dez. 2024.

IRVINE, L. Animais e Sociedade: Uma Introdução aos Estudos Humano-Animais. Temple University Press, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/3811482/Animals_and_Sociology. Acesso em: 29 nov. 2024.

JONES, P. Wildlife Rescue and Management During Wildfires. *Australian Journal of Environmental Studies*, v. 45, n. 1, 2020. Disponível em: https://www.ausjournalenvstudies.org/wildlife-rescue. Acesso em: 02 dez. 2024.

KAPLAN, R. Disaster Management Principles and Practices. Routledge, 2021. Disponível em: https://www.routledge.com/disaster-management-principles. Acesso em: 02 dez. 2024.

MORAES, J. P. Resiliência Comunitária e Gestão de Desastres no Brasil. *Interações*, v. 23, n. 2, p. 345-358, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/interacoes/article/view/98765. Acesso em: 02 dez. 2024.

PATERSON, M. Disaster Management and Animal Welfare: A Global Perspective. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 19, p. 1-10, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-disaster-risk-reduction. Acesso em: 20 ago. 2024.

PERRY, R. W.; LINDELL, M. K. Preparedness for Emergency Response: Guidelines for the Emergency Planning Process. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8918430_Preparedness_for_Emergency_R esponse_Guidelines_for_the_Emergency_Planning_Process. Acesso em: 08 set. 2024.

REDMALM, D. Luto de animal de estimação: quando é que a vida não humana é passível de luto? 2015. Disponível em: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/27727/1/O%20impacto%20da%20co munica%C3%A7%C3%A3o%20no%20luto%20dos%20detentores%20de%20animai s%20de%20companhia.pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

SERPELL, J. The Human-Animal Bond: A Review of the Literature. 1995. Disponível em: https://www.academia.edu/28126105/Serpell_2015_Human_animal_bond_pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

SMITH, R. A. Disaster Management: Strategies and Applications. Nova York: Routledge, 2019. Disponível em: https://www.routledge.com/disaster-management- strategies. Acesso em: 02 dez. 2024.

SOUZA, L. C.; FREITAS, C. M. Vigilância em saúde e desastres de origem natural: uma revisão da literatura. *Saúde em Debate*, v. 44, n. esp. 2, p. 316-333, 2020. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/sdeb/2020.v44nspe2/316-333/pt. Acesso em: 02 dez. 2024.

TIERNEY, K. Disaster Response and Recovery: Strategies and Tactics for Resilience. 2019. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt- BR&lr=&id=HY2ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=K.+-Tierney+2019+Disaster+Man agement&ots=ieNW4xXPfF&sig=Ahx241C6OcjPvbXjrS8DMx6r1y8&redir_esc=y#v=o nepage&q=K.%20Tierney%202019%20Disaster%20Management&f=false. Acesso em: 05 out. 2024.

WALKER, B.; SALT, D. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Washington: Island Press, 2006. Disponível em: https://islandpress.org/resilience-thinking. Acesso em: 02 dez. 2024.

WALSH, F. Laços homem-animal II: O papel dos animais de estimação nos sistemas familiares e na terapia familiar. *Processo Familiar*, v. 48, n. 4, p. 481-499, 2009. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1545-5300.2009.01297.x. Acesso em: 02 dez. 2024.

CAPÍTULO 11

WEB RÁDIO MEU RINCÃO: UMA ABORDAGEM DE EDUCOMUNICAÇÃO PARA CONECTAR O CURRÍCULO ESCOLAR ÀS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Carlos Adriane da Silva Padilha

Marcia dos Santos Ramos Berreta

Rodrigo Koch

RESUMO: Esta pesquisa visou a implementação de uma web rádio em uma escola pública localizada no município de São Francisco de Paula, na região do planalto norte do Rio Grande do Sul, Brasil. A iniciativa envolveu a participação de estudantes e professores do ensino fundamental, bem como da comunidade escolar, com o intuito de promover uma intervenção de educomunicação voltada para as questões ambientais locais. Entre 2023 e 2024, foram realizados encontros semanais que permitiram a um grupo de estudantes, por meio de adesão voluntária, aprender e praticar a comunicação via rádio. Durante esses encontros, os participantes integraram temas do cotidiano com o aprendizado em sala de aula, estimulando o engajamento e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental. A proposta não apenas fortaleceu a prática da comunicação, mas também proporcionou um espaço para a reflexão crítica acerca dos desafios ambientais enfrentados pela comunidade, tornando os alunos agentes ativos na busca de soluções sustentáveis. Durante o desenvolvimento do projeto, os objetivos da pesquisa foram claros e bem definidos: produzir programas de rádio elaborados por estudantes, professores e membros da comunidade, com foco em pautas socioambientais e na valorização da cultura local; incentivar investigações realizadas pelos estudantes sobre questões ambientais em colaboração com a comunidade; e criar campanhas de comunicação que estimulem os ouvintes a refletir sobre temas contemporâneos, como mudanças climáticas, geração de resíduos, proteção dos recursos hídricos e alimentação saudável. A metodologia adotada foi de natureza qualitativa, envolvendo técnicas descritivas e explicativas, aplicadas por meio de oficinas semanais. Como resultado desse trabalho colaborativo, foi instalada uma web rádio na Escola, cuja programação foi desenvolvida e implementada pelos próprios estudantes. Essa programação incluiu uma diversidade de conteúdos, como músicas, entrevistas e reportagens sobre temas socioambientais, permitindo que os alunos não apenas se envolvessem ativamente com as questões

abordadas, mas também que se tornassem agentes de mudança em suas comunidades. Entretanto, algumas metas, como a realização de pesquisas com a comunidade e as campanhas de comunicação ambiental, não atingiram o nível de satisfação esperado. É crucial implementar atividades que incluam a participação ativa dos professores, de outros estudantes e da comunidade, a fim de aprofundar a discussão sobre sustentabilidade. Essa abordagem deve ir além da sala de aula, promovendo uma comunicação ambiental mais eficaz e integradora, que envolva todos os stakeholders nesse importante diálogo.
PALAVRAS-CHAVE: Web Rádio, Educomunicação Socioambiental, Comunidade Escolar.

WEB RADIO MEU RINCÃO: AN EDUCOMMUNICATION APPROACH TO CONNECT THE SCHOOL CURRICULUM TO ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY PRACTICES

ABSTRACT: This study aims to implement a web radio in a public school located in the municipality of São Francisco de Paula, in the northern plateau of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. It involved students, elementary school teachers, and the school community, with the purpose of making a communication intervention in the school, based on local environmental issues. During the years 2023 and 2024, through weekly meetings, a group of students gathered to learn, learn, and practice radio communication with the perspective of including topics from their daily lives with classroom learning. The objectives proposed by the research were: a) to generate radio programs made by students, teachers, and the community with socio-environmental issues and valuing local culture; b) to encourage students to research environmental issues with the community; c) to create communication campaigns that make radio listeners reflect on current issues, such as climate change, waste generation, protection of water resources, healthy eating, among others. The methodology adopted was qualitative in nature, involving descriptive and explanatory techniques, applied through weekly workshops. As a result of this collaborative work, a web radio was installed at the school, whose programming was developed and implemented by the students themselves. This programming included a variety of content, such as songs, interviews and reports on socio-environmental issues, allowing students not only to become actively involved with the issues addressed, but also to become agents of change in their communities. However, some targets, such as community surveys and environmental communication campaigns, did not reach the expected level of satisfaction. It is crucial to implement activities that include the active participation of teachers, other students and the community in order to deepen the discussion on sustainability. This approach must go beyond the classroom, promoting more effective and integrative environmental communication that involves all stakeholders in this important dialog.
KEYWORDS: Web Radio, Socio-environmental Educommunication, School Community.

INTRODUÇÃO

Durante os últimos eventos climáticos extremos que atingiram o estado do Rio Grande do Sul, em maio de 2024, muitos municípios foram arrasados e ficaram sem energia elétrica, *internet*, acessos rodoviários, água potável e alimentos. Parte da população ficou, inclusive, completamente isolada por vários dias ou perderam suas casas e foram se refugiar em abrigos. O meio de comunicação rádio, seja o "radinho de pilha", rádio tradicional com transmissão nos sistemas AM (Amplitude Modulada) ou FM (Frequência Modulada), foi um "companheiro" dos desabrigados. Essa necessidade dos atingidos pelo evento climático gerou inclusive a campanha "doe um rádio a pilha" da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) para que a população auxiliasse os atingidos pelo evento extremo não só com itens essenciais, mas também com radinhos. Esta iniciativa do Departamento de Comunicação da UNISC teve inspiração na força deste veículo de comunicação, que vem se reinventando ao longo dos mais de 100 anos de serviços prestados ao povo brasileiro.

No Brasil, o rádio, como meio de comunicação de massas, surgiu inspirado pelo idealismo de seus pioneiros, como Edgard Roquette-Pinto, que declarou:

> O rádio é o jornal de quem não sabe ler; é o mestre de quem não pode ir à escola; é o entretenimento do pobre; é o incentivador de novas esperanças; o consolo do enfermo; o guia dos saudáveis, desde que seja realizado com um espírito altruísta e elevado (Tavares, 1999, p.8).

Diversas citações na literatura relatam as experiências que utilizam o rádio como uma ferramenta de educação formal e não formal no Brasil, muito por conta das iniciativas de Roquette-Pinto e Anísio Teixeira. Na década de 1930, Roquette-Pinto se destacou como um grande defensor da Radiodifusão Educativa, considerando-a essencial para o desenvolvimento do conhecimento e da cultura. Um exemplo notável dessa visão foi sua colaboração com o renomado educador Anísio Teixeira na criação e organização da Rádio Escolar Municipal, situada no Rio de Janeiro, dentro da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro. O serviço educativo idealizado por Anísio Teixeira surgiu de sua preocupação em manter um contato contínuo com os estudantes, enviando folhetos e esquemas de lições pelo correio antes das aulas radiofônicas para os participantes do projeto. Os alunos podiam discutir os temas abordados nas aulas por meio de cartas, telefonemas ou visitas à emissora. Essa iniciativa partiu da percepção do rádio como um poderoso veículo de comunicação de massa, profundamente conectado à cultura e aos hábitos de consumo de informação e entretenimento da comunidade local (Ferraretto, 2001, p. 103).

A Escola oferece um ambiente ideal para esse tipo de intervenção, focando em projetos que incentivam metodologias mais participativas entre os alunos. Os programas de rádio podem ser altamente educativos e divertidos, contribuindo para o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes e criando um espaço estimulante para a criatividade e inovação. Por conta disso, utilizaremos a tecnologia disponível pela web rádio para desenvolver uma prática em sustentabilidade ambiental.

As primeiras web rádios surgiram no Brasil no final da década de 1990. Segundo registros da pesquisadora e professora da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Nair Prata, a Rádio Totem, localizada em São Paulo, foi pioneira como a primeira emissora totalmente *online* no país, tendo sido fundada em 5 de outubro de 1998 (Matsuki, 2022).

Dois fatores foram essenciais para a implementação do Projeto Web Rádio Escola. O primeiro é a inclusão dos temas ambientais nos currículos escolares. O segundo fator diz respeito à parceria entre a rádio Comunidade 87,9 FM, uma rádio comunitária, e a Uergs (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul), que já realiza, há aproximadamente quatro anos, um projeto de extensão semanalmente como parte de sua programação. O programa, intitulado "Fala Serrana, Fala Serrano", é transmitido todas às quartas-feiras às 11 horas da manhã. Essa iniciativa serviu de inspiração para um Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da UERGS, evidenciando a importância da Comunicação Social nesse contexto.

> Gestão Ambiental e Comunicação Social devem ser tratados e conduzidos de forma paralela, no sentido de melhorar a relação sociedade e natureza. A proposta é usar o rádio como ferramenta de sensibilização ambiental e cidadania na comunidade do município de São Francisco de Paula, nordeste do Rio Grande do Sul, ou até onde ele chegar pela internet (Padilha, 2021, p.11).

O Projeto Web Rádio na Escola tem suas raízes neste projeto de extensão semelhante, adotando as mesmas técnicas de comunicação da rádio tradicional, mas voltado exclusivamente para o formato *online* e direcionado a um público específico: os estudantes de uma escola pública estadual localizada no Bairro Rincão, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. A escolha de utilizar a web rádio como um meio de comunicação e educação se fundamenta em sua eficácia como ferramenta pedagógica, promovendo a integração entre o currículo escolar e as práticas de sustentabilidade ambiental.

A Escola Estadual Orestes Leite completou 60 anos em 2024 e destaca-se por sua forte conexão com as raízes culturais da tradição folclórica gaúcha, que se torna um atrativo especial para os estudantes. Há mais de 16 anos, a instituição mantém um grupo regular de danças e promove elementos da cultura tradicional do estado. A Escola sempre cultivou laços estreitos com a comunidade local e se destaca como uma grande incentivadora da literatura, com ênfase em autores da região. Nos últimos anos, a Escola tem promovido uma maior participação dos estudantes em feiras de ciências e incorporado questões de sustentabilidade em seu currículo. Atualmente, conta com mais de 200 alunos nos anos iniciais até o 8º ano.

Esta Escola encontra-se em São Francisco de Paula, região nordeste do Rio Grande do Sul, no Planalto dos Campos de Cima da Serra e dentro do domínio da Mata Atlântica. Atualmente, o município abriga aproximadamente 22 mil habitantes. Desse total, cerca de 12 mil residem na área urbana, enquanto o restante vive em amplas áreas rurais (IBGE, 2022).

Ao longo da sua história, a produção econômica e cultural do município esteve intimamente relacionada à atividade agropastoril, que incluía a criação de gado para corte e leite, além de cultivos de subsistência como feijão, milho, frutas e verduras. Outra importante fonte de renda foi o corte indiscriminado de vastas áreas de madeira da Araucária (*Araucaria angustifolia*), uma árvore nativa que possui grande valor ecológico e comercial. Na década de 1940 do século XX, diante da crescente necessidade de alternativas para o suprimento de madeira, começaram a ser realizados plantios de florestas de *Pinus elliottii*, uma espécie de pinheiro originária da América do Norte e, portanto, exótica no Brasil. Nas últimas décadas o perfil econômico vem alterando sua matriz, agregando plantio de batatas, soja, entre outras monoculturas e cultivo de verduras e legumes, não mais para subsistência e sem com perfil altamente comercial. Porém, o destaque atual é a industrialização acelerada no setor madeireiro com foco na exportação de produtos que tem como matéria prima "abundante" o *Pinus.* Neste cenário de industrialização crescente e expansão da fronteira agrícola do município, discutir práticas de sustentabilidade com a comunidade torna-se, então, necessário.

O principal objetivo desta pesquisa foi incentivar estudantes e professores do ensino fundamental a expressarem seus aprendizados e questionamentos por meio de uma metodologia de intervenção comunicativa nas escolas, utilizando a web rádio. Essa abordagem visa integrar o currículo escolar à realidade da comunidade local, especialmente na área socioambiental. Para alcançar esse intuito, foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) promover a colaboração entre os alunos e a comunidade na pesquisa de temas ambientais locais; b) desenvolver programas de rádio elaborados por alunos, professores e membros da comunidade escolar, que abordem questões socioambientais e valorizem a cultura local, a serem veiculados na web rádio, e; c) criar campanhas de comunicação que estimulem os ouvintes da web rádio a refletirem sobre tópicos como mudanças climáticas, gestão de resíduos, conservação dos recursos hídricos e alimentação saudável, entre outros.

A proposta metodológica deste estudo busca integrar educação e comunicação por meio da educomunicação, promovendo a construção do conhecimento de forma participativa e colaborativa. Isso é possível, pois a rádio se destaca como um meio de comunicação ágil e eficaz, desempenhando um papel essencial na promoção da integração social. Essa importância é reafirmada por recentes pesquisas de opinião pública da KANTAR/IBOPE (https://kantaribopemedia.com), divulgadas pelo site tudoradio.com em outubro de 2024, que indicam que mais de 79% da população brasileira escuta rádio diariamente. No entanto, não há pesquisas específicas sobre a audiência em São Francisco de Paula. A pesquisa da Kantar Ibope oferece uma média geral de ouvintes em todo o Brasil, utilizando amostragens como métodos científicos de estatística.

METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa para a observação e experimentação da comunicação, utilizando como instrumento pedagógico a web rádio. Portanto, além de ser uma pesquisa aplicada, ela envolve a utilização prática de equipamentos, tecnologias, linguagens e estéticas relacionadas ao rádio. Também se utilizou a pesquisa exploratória para buscar referências em livros e artigos que tratam da intersecção entre comunicação e educação. As histórias e experiências já vivenciadas no âmbito da Radiodifusão Educativa serviram como base para a investigação. Nesse contexto, a metodologia da educomunicação é aplicada para integrar diferentes linguagens de comunicação à educação formal, priorizando a construção do conhecimento de forma colaborativa e participativa, estimulando habilidades críticas e reflexivas. O conceito de educomunicação, conforme Soares (2011), se traduz em comunicação, educação e participação.

AS OFICINAS DE RÁDIO: TÉCNICAS E PRÁTICAS

A pesquisa e execução do projeto foi elaborada a partir de oficinas com estudantes e professores em fevereiro de 2023. O processo de trabalho começou com uma apresentação da proposta para a direção escolar. Aprovada por ela, seguiu-se para uma apresentação do projeto em uma reunião com a presença de pais, estudantes, professores e, também, representantes da 4ª Coordenadoria Regional de Educação da Secretaria Estadual de Educação. O evento ocorrido em 27 de fevereiro de 2023 contou com mais de 100 pessoas da comunidade escolar.

O projeto, a partir desta data, desenvolveu-se por meio de oficinas semanais na Escola, com estudantes e professores interessados em aprender técnicas de comunicação utilizando a web rádio.

As oficinas foram divididas em cinco etapas, conforme apresentado no Quadro 1 e descritas a seguir:

i. Oficinas para sensibilização da comunidade escolar.

ii. Oficinas informativas sobre o uso do veículo rádio e suas potencialidades de comunicação e transformação das sociedades para estudantes e professores.

iii. Oficinas de técnicas de redação, locução e leitura de informações, notícias e reportagens (linguagem direta do rádio e uso de vinhetas, produção de entrevistas, exercícios de respiração/relaxamento, dicção, reconhecimento da própria voz, desinibição e criatividade.

iv. Oficinas práticas com equipamentos de rádio e funcionamento de web rádio com uso da mesa de áudio, microfones, técnicas de gravação de áudio, uso de programas de computador para gravação e transmissão de áudio gravado ou ao vivo.

Nesta fase da pesquisa, a Escola realizou um concurso interno com os estudantes para escolher o nome da rádio. O nome vencedor foi “Rádio Meu Rincão” que remete ao nome do bairro onde fica localizada a Escola e também ao aspecto de pertencimento que remete “ao meu lugar”.

v. Oficinas para implementar na prática a programação usando todos os equipamentos e programas digitais para transmissão online da rádio pela internet. A inauguração da Rádio ocorreu no dia 10 de dezembro de 2023 e esta etapa foi continuada durante o ano de 2024.

As oficinas foram semanais, todas quintas-feiras, com início às 14 horas e com duração de 1h30min, com participação de estudantes e professores interessados. A direção da E. E. E. F. Orestes Leite abriu inscrições para todos os estudantes do 6º ao 9º ano em fevereiro de 2023. Nas primeiras oficinas se inscreveram 11, mas permaneceram até o final, em novembro de 2024, apenas 3 estudantes. Essa desistência ocorreu por três motivos , segundo relatos dos próprios estudantes: participação em outras oficinas na Escola, como música e artesanato, outros entenderam que não tinham afinidade com web rádio e os demais tiveram dificuldades em fazer textos e gravar suas vozes para a programação, o que os desestimularam.

ETAPAS /PERÍODO	ATIVIDADES
1 - Fevereiro de 2023	• Sensibilização da Comunidade Escolar • Público: Pais, professores e alunos. • 100 participantes
2 - Fevereiro de 2023	• Oficinas informativas sobre o uso do veículo rádio e suas potencialidades de comunicação • Público: Professores e estudantes de 6º,7º,8º e 9º anos • 80 participantes
3 - Março a Julho de 2023	• Oficinas de técnicas de redação, locução e leitura de informações, notícias e reportagens (linguagem direta do rádio e uso de vinhetas, produção de entrevistas, exercícios de respiração/relaxamento, dicção, reconhecimento da própria voz, desinibição e criatividade • 11 estudantes inscritos no projeto
4 - Agosto a Setembro 2023	• Oficinas práticas com equipamentos de rádio e funcionamento de web rádio (uso da mesa de áudio, microfones, técnicas de gravação de áudio, etc.) • 6 estudantes inscritos no projeto
5 - Setembro de 2023 a Novembro de 2024	• Implementação na prática a programação usando todos os equipamentos e programas digitais para transmissão *online* da rádio pela internet • 3 estudantes inscritos no projeto

Quadro -1 - Cronograma das atividades realizadas nas oficinas do Projeto Web Rádio

Os equipamentos utilizados durante o desenvolvimento do projeto foram: uma mesa de áudio/interface de áudio (TEYUN 6 de 6 canais, de fabricação chinesa e de baixo custo), 2 Microfones do tipo condensadores, cabos de microfones e computador para gravação e transmissão de streaming para a internet. A Escola contratou serviço de streaming com site administrável que pode ser operado facilmente pelos alunos. Também foi disponibilizado pela Escola um computador que estava sem uso, um modelo All in on da marca Lenovo

com memória RAM de 4GB e HD DE 300 Gb. O *software* utilizado para gravação e edição de áudios foi baixado gratuitamente da internet Audacity, da mesma forma o programa de baixar músicas da internet gratuitamente no Tube Catcher e para transmissões ao vivo dos programas Voice Meeter e eventualmente RádioBoss. Para o player tocador de músicas, vinhetas e entrevistas foi utilizado o Zararadio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Projeto Web Rádio na Escola, que envolveu a participação ativa de estudantes , professores e toda a comunidade escolar, não apenas visou promover um aprendizado mais significativo, mas também fomentar a colaboração e a troca de ideias entre os diversos envolvidos. Ao longo do processo, buscou-se não apenas alcançar metas educacionais, mas também despertar a curiosidade, a criatividade e o senso crítico dos estudantes com temas relacionados às questões socioambientais no município. Os resultados obtidos permitiu não apenas avaliar o impacto do projeto, mas também traçar caminhos para futuras iniciativas que possam enriquecer ainda mais o ambiente escolar.

A seguir, compartilha-se as descobertas e as lições aprendidas, que, acredita-se, servirão como um valioso recurso para todos que desejam continuar a jornada de transformação pela educomunicação.

Desafios da implantação das técnicas de web rádio na Escola

Nas Etapas 1 e 2 do projeto, o desafio foi sensibilizar e chamar a atenção da comunidade escolar para o potencial do veículo rádio, criando curiosidade e expectativa para que estudantes e professores participassem das oficinas propostas.

As técnicas de comunicação para o meio rádio necessitam de uma linguagem própria deste veículo. A comunicação tem de ser objetiva, direta e precisa, para que possa ser entendida por um público bastante variado. Para tanto, é necessário um cuidado especial na redação dos textos, além de uma leitura e locução observando a entonação, as pausas na voz e o ritmo da fala. Por isso, na Etapa 3 sentiu-se a necessidade de treinar muito a dicção dos estudantes e a respiração correta para leitura de textos. Também foi preciso vencer a inibição natural (vergonha dos colegas) e o reconhecimento de sua maneira de falar (“estranhamento” ao ouvir sua própria voz gravada). Nesta etapa, também se enfatizou a importância de manter o compromisso com a veracidade das informações a serem veiculadas na rádio.

Outro aspecto destacado nas oficinas é que tanto estudantes quanto professores são protagonistas na criação de suas próprias notícias e nos trabalhos desenvolvidos no currículo. O projeto tem como objetivo aproveitar informativamente as atividades realizadas na Escola, transformando-as em conteúdo “jornalístico” para a programação da Web Rádio

Meu Rincão. Nesse contexto, foi necessário sensibilizá-los sobre a importância de dar mais visibilidade ao que acontece em sala de aula, fazendo-os compreender que os diversos projetos mantidos pela Escola podem e devem ser notícia. A Web Rádio Meu Rincão possui um grande potencial para atuar como um canal de comunicação e divulgação de projetos de danças folclóricas, competições culturais e esportivas, além de iniciativas como as Feiras de Ciências realizadas na Escola. A partir do momento que sentiu-se a necessidade de dar mais visibilidade aos projetos realizados dentro da Escola, nas mais diversas atividades curriculares e extracurriculares, estabeleceu-se um propósito de tornar rotina, por meio de gravações, entrevistas de áudio e/ou vídeo com visitantes que vinham para palestrar, ou com colegas e professores.

Na fase em que foi discutido o formato das notícias, vinhetas e destaques da programação, foi fundamental listar as pautas que poderiam enriquecer a grade da rádio, sempre ressaltando temas abordados no currículo escolar e questões de interesse da comunidade educativa. Durante as discussões, enfatizou-se temas culturais, ambientais e sociais, como a cultura tradicional gaúcha, identidade de gênero, esportes, literatura e sustentabilidade.

No que diz respeito às oficinas práticas com os equipamentos e *softwares* utilizados na web rádio, é relevante ressaltar que, atualmente, eles estão bastante acessíveis, tanto em termos de custo quanto em facilidade de operação. Isso fez com que a aquisição realizada pela escola não apresentasse grandes dificuldades. Ao escolher os equipamentos, os critérios considerados foram a qualidade mínima necessária para o bom funcionamento do projeto e a busca pelo menor custo possível, de forma que pudesse ser absorvido pela instituição.

Organização da equipe de trabalho da web rádio

Para aprimorar as operações da Web Rádio Meu Rincão, os próprios estudantes definiram as funções essenciais de acordo com seus interesses e habilidades, nas seguintes ações:

- Operação técnica, com foco especial nos microfones e na mesa de áudio;
- Gravação e edição de áudios;
- Atualização do site da rádio com fotografias e textos;
- Manutenção e atualização do streaming de transmissão, incluindo programação musical, vinhetas e entrevistas.

Todos se comprometeram a participar das entrevistas e gravações dos textos.

Programação da Web Rádio Meu Rincão

A programação da rádio gerou um intenso debate entre os estudantes e professores que participaram das oficinas. O foco da discussão recaiu sobre a seleção musical. Nesse contexto, a direção da Escola e os docentes solicitaram que fossem evitadas músicas com conteúdo inadequado para as diferentes idades dos estudantes. A justificativa para essa solicitação não se baseou no gênero musical em si, mas na dificuldade de "filtrar" as letras das músicas, a fim de evitar temas como violência ou sexualidade excessiva. Entretanto, não foi possível aprofundar a discussão sobre a diversidade dos gêneros musicais, e os alunos que participaram das oficinas não questionaram a posição da direção e dos professores. Embora muitos deles apreciem o Funk, por exemplo, e estejam inseridos em um contexto cultural gaúcho, participando de grupos folclóricos, esse aspecto não se tornou uma questão central no desenvolvimento do projeto naquele momento.

Os estudantes, então, propuseram realizar uma pesquisa com os usuários do site da rádio para identificar os gêneros musicais mais populares. Como a plataforma conta com uma ferramenta para enquetes, foi possível apresentar diferentes estilos musicais para que os ouvintes pudessem votar e escolher suas preferências. Com base nos resultados obtidos, foi estabelecida a grade musical e de notícias, conforme o Quadro 2.

Programação	**Horário**
Músicas Gaúchas	4h às 6h
Notícias e entrevistas	6h às 9h
MPB	9h às 10h
Pop Nacional e Internacional	10h às 11h
Notícias e entrevistas	11h às 11h30min
Músicas Eletrônicas	11h30min às 14h
Flashback	14h às 16h
MPB	16h às 18h
Notícias	18h às 19h
Gaúchas	19h às 22h
Internacionais	22h as1h
MPB	1h às 3h
Pop	3h às 4h

Quadro 2 - Programação Diária da Web Rádio Meu Rincão

Lições aprendidas com a prática da educomunicação

O auxílio da direção escolar, professores e estudantes possibilitaram o desenvolvimento de uma web rádio educativa e cultural. A iniciativa não apenas promoveu a educação e a cultura, mas também fortaleceu a colaboração e a criatividade dentro da comunidade escolar. Os estudantes demonstram capacidade de criar e implementar uma programação diária, além de administrar o site e o *streaming,* que já está no ar de forma experimental desde o final de agosto de 2023 no site www.meurincao.dj.radio.br.

Na programação aparecem pautas socioambientais e valorização da cultura local, importantes ao projeto. Foram mais de dez entrevistas com convidados da comunidade, professores e estudantes envolvidos nos demais projetos educativos na Escola.

Em dezembro de 2023 a Web Rádio Meu Rincão foi inaugurada oficialmente, durante evento no CTG Rodeio Serrano (Centro de Tradições Gaúchas) em São Francisco de Paula. O evento contou com a presença de estudantes, pais, professores e a gestão pública, representada pelo vice-prefeito, vereadores e Secretário de Cultura e Turismo do Município. A web rádio transmitiu ao vivo parte do evento que também era alusivo aos 16 anos do Grupo Folclórico da Escola Estadual Orestes Leite.

Outro resultado importante foi a criação de um espaço chamado ECOVOZES na Web Rádio Meu Rincão , que buscou incentivar pesquisas dos estudantes junto à comunidade sobre assuntos ambientais. Temas como separação e coleta seletiva do lixo, alternativas energéticas limpas como uso de energia solar , energia eólica, compostagem de resíduos orgânicos e a importância de Unidades de conservação e preservação de mananciais de água. O Projeto ECOVOZES foi idealizado pelos professores e estudantes de forma multidisciplinar e transversal com visita ao Parque Natural Municipal da Ronda em São Francisco de Paula, com palestra da Gestora do Parque Estadual de Tainhas que demonstrou para os estudantes a importância das Unidades de Conservação Naturais. ECOVOZES é um dos programas de entrevistas da rádio dentro do tema sustentabilidade. Os participantes das oficinas de rádio também produziram entrevistas com professores e colegas sobre a participação em feiras de ciências sobre energias limpas e renováveis.

Durante as enchentes de maio de 2024, outro objetivo do projeto foi colocado em prática: criar campanhas de comunicação. Campanhas de Comunicação são textos pensados e direcionados para um determinado tema e que são gravados e repetidos várias vezes na programação para chamar a atenção dos ouvintes da rádio sobre a importância de refletir sobre os temas, tais como mudanças climáticas, geração de resíduos, proteção aos recursos hídricos, alimentação saudável, entre outros. Os professores de ciências instigaram os estudantes a pensar sobre estes temas. O resultado foi a ideia de fazer sabão caseiro utilizando óleos e gorduras e , posteriormente, distribuí-los para famílias desabrigadas pela enchente para ajudar na limpeza de suas residências. Este trabalho foi tema no ECOVOZES quando os repórteres da rádio fizeram uma entrevista com professores e colegas envolvidos neste projeto.

As oficinas de rádio com produção de conteúdos socioambientais estão alinhadas com uma proposta de ensino integral, embora a Escola não ofereça esta modalidade. Nossa pesquisa se encaixa dentro da Matriz Curricular da Secretaria Estadual de Educação (SEDUC) para o Ensino Fundamental em tempo integral anos finais (6º ao 9ºano. Neste contexto, a sustentabilidade permeia de forma transversal todo o currículo.

A abordagem pretendida usando a Web Rádio Meu Rincão obteve resultados importantes com aprendizado em comunicação e sustentabilidade. Porém, a participação dos docentes ficou comprometida, pois durante a execução do projeto, observou-se que os professores já estavam em outra atividade e nem sempre tinham tempo para absorver a metodologia proposta para trabalhar os conteúdos de aula gerando notícias, comentários e reflexões que se tornaram parte fundamental da programação da rádio. Mesmo a equipe diretiva da escola ter indicado duas professoras para monitorar o trabalho e participar das oficinas, mas devido às inúmeras atividades destes profissionais, o tempo de participação ativa ficou comprometido. Portanto existe a necessidade de uma readequação da governança do projeto para melhorar o desempenho. É importante estabelecer uma uma carga horária compatível com a atividade para que professores tenham tempo de dar suporte para os estudantes na transposição dos conteúdos de aula em conteúdo para a rádio, além de promover oficinas para que eles possam utilizar esta ferramenta, que é uma tecnologia que ainda não faz parte do cotidiano do planejamento de aula.

De uma forma geral, o processo educativo e aprendizagem carece de um tempo maior para abordagens mais livres e diferentes, como é o caso da Web Rádio na Escola. As oficinas de rádio eram semanais e o conteúdo de sala de aula é gerado todos os dias com uma pauta extensa que muitas vezes professores e alunos não conseguem absorver e principalmente não conseguem se aprofundar nos temas para gerar novos aprendizados e ressignificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desta pesquisa foi alcançado com sucesso, uma vez que os aprendizados e questionamentos dos estudantes foram efetivamente transferidos do currículo para a web rádio, conforme a proposta inicial do projeto. Essa transposição não apenas enriqueceu a experiência de aprendizado, mas também proporcionou uma plataforma inovadora para a expressão e discussão das ideias dos estudantes.

A metodologia de intervenção comunicativa demonstrou um grande potencial para enriquecer diversos assuntos abordados em sala de aula. No entanto, a governança do projeto se revelou um desafio significativo. Para que a implementação de programas de rádio voltados à comunidade escolar seja bem-sucedida, é fundamental realizar uma reestruturação que promova um senso de pertencimento entre professores, estudantes e familiares em relação a essa tecnologia.

Um dos principais obstáculos identificados é a limitação do tempo e da carga horária disponível para os professores, o que compromete uma interação mais efetiva no projeto. Para superar essa barreira e garantir a continuidade da web rádio, sugere-se a integração das oficinas no Projeto Político Pedagógico da Escola (PPP). Isso permitirá a criação de um cronograma anual que considere a viabilidade da atividade, assegurando que ela se torne uma parte regular da rotina escolar.Também é necessário que os estudantes comecem a participar desde o 5º ano do ensino fundamental para terem um tempo maior para desenvolver o projeto até sua saída da Escola no 9ºano.

Em relação à meta de desenvolver programas de rádio criados por estudantes, professores e a comunidade escolar, que abordassem questões socioambientais e promovesse a cultura local a serem veiculados pela web rádio, foi bem-sucedida, resultando em diversos programas com entrevistas e notícias que estao disponivel no site www.meurincao.dj.radio.br. Sua sequência de trabalho dependerá da governança estabelecida pela Escola para o ano de 2025.

No entanto, o objetivo de fomentar a pesquisa dos estudantes em colaboração com a comunidade sobre temas socioambientais locais terão que ser aprofundados com uma adaptação na metodologia, de forma que os pais e professores sejam instigados a uma maior participação. Neste aspecto a sugestão é que seja criado um programa semanal de entrevistas e debates sobre os temas socioambientais que impactam diretamente a comunidade escolar e o bairro. O objetivo de elaborar campanhas de comunicação que incentivem os ouvintes da web rádio a refletir sobre assuntos como mudanças climáticas e outros temas de sustentabilidade é um grande desafio a ser superado com participação ativa da equipe diretiva, professores, pais e alunos.

A expectativa é que a web rádio da Escola possa ser um meio de comunicação estimulante para todos os envolvidos, chamando a atenção para a necessidade de adotar boas práticas como consumo consciente, separação e descarte correto de resíduos na Escola e em casa, incentivar o debate sobre políticas públicas na área ambiental, alertar sobre a necessidade de preservar nascentes de água, importância do tratamento de esgoto na cidade, entre outros. A conexão do currículo escolar com as práticas de sustentabilidade é um processo contínuo com metodologias pedagógicas ativas, que estimulem a participação. Para que a web rádio se torne uma ferramenta efetiva é necessário que haja um sentido de pertencimento. A rádio é uma realidade que deve ser incorporada às rotinas da Escola.

Durante o processo de implantação do projeto percebeu-se a necessidade de um prazo mais longo para sensibilizar a comunidade escolar antes de executar as demais etapas. A abordagem proposta desta tecnologia de comunicação requer mais tempo para que todos os envolvidos entendam as inúmeras possibilidades de aprendizagem. Para funcionar de forma efetiva uma web rádio precisa de uma equipe permanente de produção de conteúdo que deve sair da sala de aula e ser transposto para a comunidade escolar em linguagem de rádio.

É encorajador saber que o projeto foi bem recebido por professores e estudantes. No entanto, a continuidade desse trabalho depende de um apoio constante e de uma equipe docente que possa proporcionar oportunidades para que os estudantes possam explorar novas metodologias de aprendizado e enriquecedoras trocas de ideias. A comunicação ambiental, por sua vez, representa um desafio constante e urgente que permeia todos os setores da sociedade. Portanto, é essencial que continuemos a fomentar um diálogo aberto e colaborativo, permitindo que tanto educadores quanto estudantes se sintam engajados e motivados a contribuir para a construção de um futuro mais sustentável. Somente assim poderemos efetivar mudanças significativas e duradouras na maneira como nos relacionamos com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

FERRARETO, Luiz Artur. Rádio: O veículo, A história e a Técnica.Porto Alegre: Ed. Sagra Luzzatto, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4709#resultado. Acesso em 24 nov 2024.

KANTAR IBOPE MEDIA.https://kantaribopemedia.com),InsideAudio2024. Disponível em <https://tudoradio.com/noticias/ver/32089-o-radio-hoje-inside-audio-2024-radio-combina-a-forca-do-tradicional-com-a-conveniencia-do-digital-credibilidade-segue-alta> Acesso em: 24 nov.2024.

MATSUKA, Edgard. Cem anos do rádio no Brasil: as novas tecnologias e a aposta no futuro www.agenciabrasil.ebc.com.br,2022.Disponível em:<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-08/cem-anos-do-radio-no-brasil-novas-tecnologias-e-a-aposta-no-futuro> Acesso em 24 nov 2024.

PADILHA, Carlos Adriane da Silva. Gestão Ambiental e Comunicação Social: A Rádio Como Ferramenta de Sensibilização Ambiental e Cidadania, São Francisco de Paula -RS. Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Gestão Ambiental. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2021.

SOARES, Ismar de Oliveira. Educomunicação: o conceito, o profissional, a aplicação : contribuições para a reforma do ensino médio. São Paulo:.Ed. Paulinas, 2011.

TAVARES, Reynaldo. Histórias que o rádio não contou: do galena ao digital, desvendando a radiodifusão no Brasil. 2ª ed. São Paulo: Ed. Harbra, 1999.

CAPÍTULO 12

ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DO EPS NO PÓS CONSUMO

Daniel Gonçalves de Oliveira

Daniel Brinckmann Teixeira

RESUMO: Comumente usado como isolante térmico ou em blocos de cimento na construção civil, o poliestireno expandido (EPS - Isopor®) apresenta grande problema no momento do descarte, por ser extremamente leve e seu volume ser elevado. O texto aborda as possibilidades tradicionais de destinação dos resíduos (redução, reaproveitamento, reciclagem) e, também, explora o potencial do *T. molitor* (popularmente conhecido como Tenébrio) e do D-limoneno enquanto alternativas (biológica e química) para a degradação do EPS. Pesquisas consolidadas indicam que o Tenébrio possui enzimas capazes de degradar polímeros sintéticos. O D-limoneno é um composto orgânico extraído de frutas cítricas, que atua na dissolução do EPS como solvente. Essas possibilidades abrem novas perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o tratamento dos resíduos. Em conjunto, as soluções apresentadas contribuem na destinação final dos resíduos de EPS, reduzindo o impacto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: EPS, Isopor, destinação final.

ALTERNATIVES FOR MINIMIZING EPS DISPOSITION IN POST-CONSUMPTION

ABSTRACT: Commonly used as thermal insulation or in cement blocks in construction, expanded polystyrene (EPS – Styrofoam®) presents a major problem when discarded, as it is extremely light and its volume is high. The text addresses the traditional possibilities for waste disposal (reduction, reuse, recycling) and also explores the potential of T. molitor (popularly known as Tenébrio) and D-limonene as alternatives (biological and chemical) for the degradation of EPS. Consolidated research indicates that Tenebrium has enzymes capable of degrading synthetic polymers. D-limonene is na organic compound extracted from citrus fruits, which acts to dissolve EPS as a solvent. These possibilities open new perspectives for the development of sustainable technologies for waste treatment. Together, the solutions presented contribute to the final disposal of EPS waste, reducing the environmental impact.

KEYWORD: “EPS”, “Isopor”, “final destination”.

INTRODUÇÃO

EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido, de acordo com a Norma DIN ISO-1043/78. O EPS é conhecido no Brasil por ISOPOR® e tem o nome comercial registrado pela empresa Knauf. É um plástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno em água (MUNDO ISOPOR, 2019). O produto final são pérolas de até 3 milímetros de diâmetro, que, se destinam à expansão. Após expandidas, as pérolas apresentam em seu volume até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno (MODENA PAK, 2018). Em 1m³ de EPS expandido, por exemplo, podem existir de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar, podendo aumentando em até 50 vezes seu tamanho original. É um produto atóxico, 100% reciclável, pode ser de produção sustentável, e após seu uso, ser transformado em outros materiais comerciais, como rodapés, molduras, réguas, até deck para piscinas (SANTA LUZIA, 2018).

O índice de reciclagem de plástico pós-consumo em 2022 (por tipo de plástico), é de 33,8% para o EPS, 8,9% para XPS e 11, 5%, para PS (MAXIQUIM, 2023). Isso demonstra o quanto ainda é necessário evoluir para a destinação correta e a melhoria no processo de reciclagem dos materiais derivado do petróleo, como é o caso do EPS.

A quantidade de EPS reciclado apresentou um aumento considerável nos últimos dois anos, superando a média dos anos anteriores. Esse crescimento pode estar relacionado a um maior interesse da sociedade e das empresas em práticas sustentáveis, conforme demonstrado no quadro (MAXIQUIM, 2023).

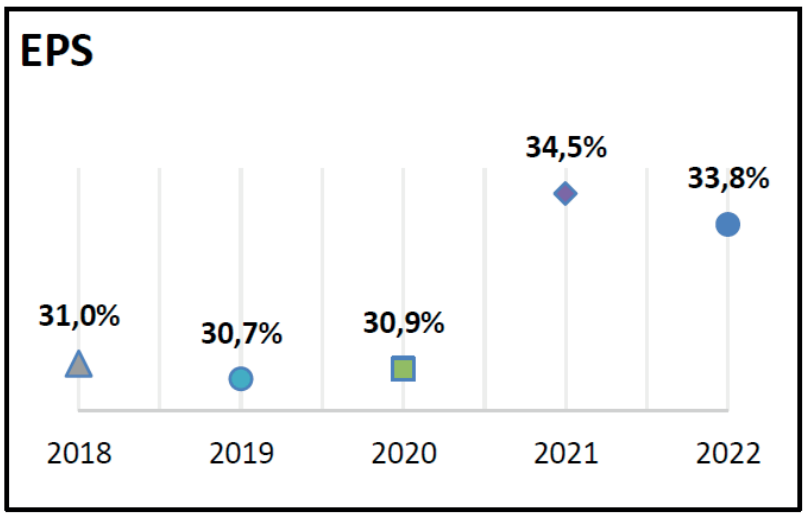


Figura 1: Quadro anual do percentual de reciclagem de EPS.

Fonte: MaxiQuim, 2023.

No quadro abaixo, ilustra-se os possíveis processos de reciclagem do EPS, bem como, evidencia seus produtos, subprodutos ou utilizações no pós consumo.

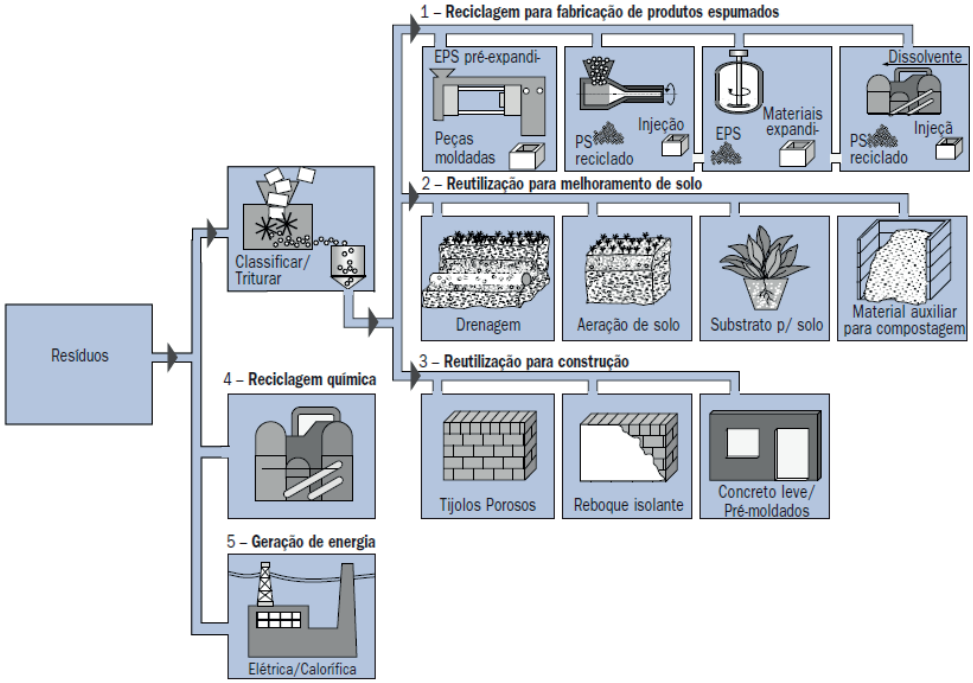


Figura 2: Processos de reciclagem de resíduos à base de poliestireno expandido.

Fonte: Silveira, 2002.

O esquema demonstra os processos de utilização do EPS, conforme sua classificação eles são direcionados para obter seu melhor desempenho. A geração de energia é uma das formas de gestão do EPS no pós consumo, podendo ser utilizado na co-incineração, ou ainda, como combustível para produção de energia em processos. Outro destino possível é a reciclagem química, pois a decomposição do EPS em seus componentes químicos básicos, o torna apto para ser utilizado como matéria-prima em novos produtos (ISOCIL, 2024).

O EPS também se apresenta como uma solução eficiente para a construção de aterros rodoviários em solos moles, oferecendo alta resistência mecânica e reduzindo a pressão sobre o subsolo, contribuindo para a estabilidade e durabilidade da obra (ALMEIDA, 2018). Há, ainda, o aproveitamento do EPS como matéria-prima para produtos espumados como: peças moldadas, PS injetado, materiais expandidos, PS reciclado, etc. Destaca-se a empresa Santa Luzia, sediada na cidade de Braço do Norte – SC, sendo a maior indústria recicladora de EPS da América Latina. Até 2018 foram mais de 86 milhões de quilos de EPS reciclados, e transformadas em vários outros produtos, como revestimentos, acabamentos e outras decorações (SANTA LUIZA, 2018).

Na construção civil são usados como isolante térmico, em blocos de cimento, podendo chegar à redução de 20% no custo de fundação da obra e, também, de até 35%

no consumo de concreto. No setor de alimentação, por questões sanitárias, é bastante utilizado para o acondicionamento de alimentos (MUNDO ISOPOR,2016). O seu descarte inadequado, causa grande impacto ambiental. Por apresentar grande volume e peso relativamente baixo, tem pouco valor comercial (MEIO AMBIENTE BRASIL,2022).

A desinformação sobre como descartá-lo corretamente, ou sobre sua capacidade de ser reciclado, resulta muitas vezes na destinação incorreta, inviabilizando o reaproveitamento via reciclagem.

Um dos principais problemas que afetam os centros urbanos, é a quantidade de resíduos gerados diariamente. Embora algumas cidades disponham de infraestrutura mais avançada, como contêineres para a separação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), a destinação correta ainda é ineficiente. Algumas ações podem ser adotadas para uma melhor disposição do EPS nos pós consumo. A reciclagem mecânica e a utilização na construção civil são algumas alternativas, mas o grande volume ocupado por esse material impulsiona a busca por soluções inovadoras. Essas soluções devem minimizar os desafios logísticos e otimizar a eficiência dos processos de coleta e tratamento.

Durante as enchentes de 2024 no estado do Rio Grande do Sul, ficou evidente como o acúmulo de RSU, incluindo o EPS, agravam os impactos desses eventos climáticos, obstruindo sistemas de drenagem e aumentando o volume de detritos nos rios e córregos. A destinação inadequada do EPS piora o problema dos aterros sanitários, aumentando o volume de resíduos e reduzindo a vida útil desses locais. A expansão dos aterros gera impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, reforçando a importância de investir em soluções de reciclagem e gestão sustentável desse material. Sendo assim, o estudo em questão destaca-se perante a sua relevância social e ambiental, pois tem a pretensão de reunir alternativas teóricas e práticas para essa questão. Segundo a Política Nacional de Sólidos (PNRS - Lei nº 12.305/10), a disposição final em aterros deve ser a última alternativa para os RSU, após terem sido esgotadas as opções de revalorização. Além dos processos mais convencionais de reciclagem, aqui apresentam-se outras alternativas sustentáveis: o D-Limoneno, um solvente natural extraído da casca de laranja, que quebra as ligações entre as moléculas do polímero, fazendo com que o isopor se dissolva (PUBCHEM, 2021), e o Tenébrio, que possui enzimas capazes de degradar o EPS em substâncias mais simples, que podem ser utilizadas como fonte de energia para o seu desenvolvimento (COSTA, 2018).

Figura 3: Larvas de Tenébrios se alimentando à base de isopor.

Fonte: Divulgação Stanford.

Os métodos em questão são adequados para produção industrial em larga escala, como evidenciado pela vasta produção de laranja e outros cítricos no país. A utilização do tenébrio para a alimentação de vários animais, dentre eles aves, mamíferos, répteis e anfíbios.

METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa bibliográfica entre maio de 2023, e outubro de 2024, sobre alternativas para minimização da disposição do EPS no pós consumo. Para busca de literatura atualizada foram consultados os seguintes endereços eletrônicos: sites Google Acadêmico, SciELO e CAPS. Esse tipo de pesquisa é desenvolvido a partir de materiais disponíveis, em artigos, livros, manuais e outros materiais científicos, com o propósito de compreender, de maneira ampla uma determinada temática (GIL, 2002).

A pesquisa inicial, buscou identificar processos específicos para reciclagem de EPS desenvolvidos em cidades. Para isso algumas informações foram levantadas, como, por exemplo, se dentre elas havia algum tipo de processo específico em prática no município. Verificou-se a existência de uma cooperativa de triagem em Caxias do Sul – RS, que processa o EPS. Essa cooperativa atua como um ponto central para a recepção do material coletado na cidade, seja ele proveniente de coletas próprias ou de empresas terceirizadas. A cooperativa detém um equipamento que processa o EPS, sendo necessárias mais de 5 toneladas mensais de Isopor® em processamento para que possam continuar a operação.

Na cooperativa o EPS é selecionado passa pela máquina de reciclagem, o gás de sua composição é retirado e o isopor é compactado em fardos ou transformado em tarugos (com formato de um pão) para ser transportado a empresa Santa Luzia para extrusão e a fabricação de novos itens.

Figura 3: Processos de reciclagem do EPS para produção de novos itens.

Fonte: Santa Luzia,2018.

O processo de fabricação de uma nova peça de decoração feita com EPS reciclado começa após o recebimento na fábrica, o material compactado passa por um segundo processo de reciclagem. O poliestireno é triturado, derretido, granulado e volta a ser matéria-prima. Após a injeção nos moldes, as peças são expostas ao vapor novamente, que funde o material e garante o acabamento desejado ao produto.

Figura 4: Processos de reciclagem de resíduos de poliestireno expandido para produção de novos itens.

Fonte: Santa Luzia,2018.

A falta de engajamento da população e órgãos públicos, acerca de ações de conscientização sobre a reciclagem do EPS, e existência de poucos ecopontos como meios de incentivo para a separação, inviabiliza maior recolhimento do material. Esses cenários somados fazem com que a cooperativa não consiga atingir o mínimo para a manutenção de uma extrusora própria no local.

Em outro cenário, uma empresa de Farroupilha – RS, recebe resíduos industriais de diferentes setores como o têxtil e a construção civil, incluindo o isopor contaminado, que são coprocessados. Essa mistura heterogênea, também conhecida como "*blend",* serve como combustível alternativo para a indústria cimentícia, podendo substituir, em parte, alguns aditivos usados na produção do cimento. Sua utilização reduz o consumo de energia e as emissões de CO_2. Ao atingir o fim de sua vida útil e não ser mais reciclável, o Isopor® segue para empresas de gestão de resíduos, e enviado para empresas especializadas em descarte. A presença de contaminantes eleva significativamente os custos de limpeza e tratamento, tornando o processo economicamente inviável. Consequentemente, o material perde sua qualidade para a reciclagem e seu valor de mercado.

RESULTADOS

Esse artigo vem de encontro a agenda 2030 e os 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) que apresentam metas para uma sociedade próspera, construindo um mundo mais justo e sustentável (ONU s.d.). Os ODS envolvem temáticas diversas como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação (EMBRAPA, s.d.).

O trabalho contribui de maneira especial com o ODS 12 (Consumo e Produção sustentáveis), reforçando o comprometimento com a minimização da geração de resíduos. A meta 12.5 que através da prevenção, até 2030, busca reduzir significativamente a geração de resíduos, por meio da reciclagem e reuso. A meta 12.8, visa assegurar a informação relevante, e conscientize todas as pessoas para um desenvolvimento sustentável e estilos de vida, em harmonia com a natureza. O ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), também tem um espaço para essas questões, como na meta 13.3, sobre a melhoria da educação, o aumento da consciência e capacidade humana e institucional, em relação a mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança no clima, que vem a somar com as questões como os aterros sanitários e as emissões de CO_2.

Nesse trabalho buscou-se compreender como são destinados os resíduos de EPS coletados na cidade de Caxias do Sul- RS, se havia um programa especifico para essa demanda e indústrias de reciclagem sediadas na cidade. A pesquisa revelou uma tentativa de gestão do EPS através de uma cooperativa de reciclagem. A falta de material suficiente para atender à capacidade da extrusora inviabiliza a operação, evidenciando os desafios da gestão de resíduos na região.

Na cidade de Farroupilha – RS uma empresa de co-processamento, utiliza o EPS contaminado para produção de um *"blend"* junto a outros resíduos da indústria cimenteira, o EPS tem alto poder calorífico (≈ 3300 kcal/kg).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O EPS é um material muito utilizado no mundo, e em diversas áreas, desde a na proteção de um eletrodoméstico até a construção civil. No Brasil popularmente chamado de ISOPOR®, é um produto atóxico, 100% reciclável, porém a maioria da população não detém essa informação. O descarte inadequado desse material pode desencadear um grande impacto ao meio ambiente, devido ao seu volume alto e de peso extremamente baixo. É um material versátil e amplamente utilizado em diversas aplicações, como embalagens, isolamento térmico e construção civil. No entanto, seu descarte inadequado representa um desafio ambiental, já que o material leva milhares de anos para se decompor na natureza.

No Brasil a reciclagem de EPS, representa uma pequena fração do total produzido, em 2021 apenas 34,5% foram reciclados.

O D-limoneno, é uma alternativa em relação aos solventes químicos tradicionais usados para uma dissolução eficiente do EPS. A utilização do D-limoneno, um solvente natural e biodegradável, extraído da casca de laranja, permite a dissolução eficaz do EPS, minimizando a geração de resíduos e promovendo a economia circular. Na indústria, o D-limoneno já é utilizado como aromatizante, em materiais de fragrância e perfume, solvente, agente umectante, fabricação de resina, produtos de limpeza entre outros (PUBCHEM, 2021). A utilização do D-limoneno na dissolução do EPS abre novas perspectivas para a reciclagem desse material e o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental.

O *T. molitor* é conhecido popularmente como bicho-da-farinha ou simplesmente Tenébrio, é um inseto holometábolo e, portanto, sua metamorfose é composta por quatro fases: ovo, larva, pupa e adultos. (COSTA, 2018). Graças às enzimas presentes em seu sistema digestivo, essa larva demonstra capacidade de degradar o polímeros, dentre eles o EPS. Embora sejam necessárias mais pesquisas para aprofundar o conhecimento sobre a capacidade do Tenébrio em degradar o EPS, os resultados iniciais são promissores. A existência de criadouros para essa espécie, utilizados na alimentação de aves, facilita a escalabilidade dessa tecnologia.

Apesar dos avanços na reciclagem do EPS, ainda existem desafios a serem superados. Um deles é a conscientização da população sobre a importância da coleta seletiva e da destinação correta do material.

REFERRÊNCIAS

ALMEIDA, Mateus Jardim Maciel de. **Uso do poliestireno expandido (EPS) em aterros de solos moles.** 15 out. 2018. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/poliestireno#google_vignette. Acesso em: 16 jan. 2025.

COSTA, Eduardo Pigozzi da; SILVA, Mariana Garcia Martinez da. **Degradação de poliestireno expandido por larvas de Tenebrio molitor Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae).** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 5, n. 9, p. 281-289, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.21438/rbgas.050919. Acesso em: 5 set. 2024.

EMBRAPA. **O que são os ODS - Portal Embrapa.** Disponível em: [https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods]. [s.d.] Acesso em: 4 jan. 2025.

GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed.- São Paulo: Atlas, 2002.

ISOCIL INDÚSTRIA DE EPS. **EPS: O Poder da Reciclagem – Isocil Indústria de EPS**. 17 ago. 2024. Disponível em: https://isocil.com.br/eps-o-poder-da-reciclagem/#:~:text=O%20Processo%20de%20Reciclagem%20do,a%20recuperação%20de%20recursos%20valiosos. Acesso em: 14 jan. 2025.

SILVEIRA, José L.; GROTE, Zilmara V.. **Análise Energética e Exergética de um Processo de Reciclagem de Poliestireno Expandido (Isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, Ano 3, n. 3, p. 9-27, 2002.

MAXIQUIM. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós consumo no brasil.** 2023.

MEIO AMBIENTE BRASIL. **Índice de reciclagem de latas de alumínio chega a 99% e Brasil se destaca como recordista mundial.** 27 abr. 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2022/04/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-chega-a-99-e-brasil-se-destaca-como-recordista-mundial#:~:text=LOGÍSTICA%20REVERSA-,Índice%20de%20reciclagem%20de%20latas%20de%20alumínio%20chega%20a%2099,se%20destaca%20como%20recordista%20mundial&text=O%20Brasil%20é%20recordista%20mundial,o%20maior%20volume%20da%20história]. Acesso em: 10 jul. 2024.

MODENA PAK. **Você sabe a origem do EPS (Isopor)?.** 23 maio 2018. Disponível em: [https://www.modenapak.com.br/2018/05/23/voce-sabe-a-origem-do-eps-isopor/]. Acesso em: 16 ago. 2023.

MUNDO ISOPOR. **Como é feito o EPS Isopor?.** 3 out. 2019. Disponível em: [https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/como-e-feito-o-eps-isopor]. Acesso em: 23 nov. 2023.

MUNDO ISOPOR. **EPS como isolante térmico** - Mundo Isopor. 29 ago. 2016. Disponível em: [https://www.mundoisopor.com.br/inovacao/isopor-como-isolante-termico?utm_campaign=email03_fluxo_construcao_civil_-_escolher_eps__isola…]. Acesso em: 4 jun. 2023.

PUBCHEM. **Compound Summary for CID 440917, D-Limonene**, 2021 Disponível em: [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/D-Limonene]. Acesso em: 1 nov. 2024.

Organização das Nações Unidas (ONU) – **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil** - Disponível em: [https://brasil.un.org/pt-br/sdgs]. Acesso em: 05 ago. 2024.

SANTA LUZIA. **O passo a passo da reciclagem do Isopor.** 22 fev. 2018. Disponível em: [https://www.industriasantaluzia.com.br/blog/o-passo-a-passo-da-reciclagem-do-isopor/]. Acesso em: 27 nov. 2023.

SILVEIRA, José L.; GROTE, Zilmara V.. **Análise Energética e Exergética de um Processo de Reciclagem de Poliestireno Expandido (Isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, Ano 3, n. 3, p. 9-27, 2002.

CAPÍTULO 13

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE ECOBARREIRA NO ARROIO KOETZ, NO MUNICÍPIO DE IGREJINHA, RS, BRASIL

Elian Osorio Marques

Daniel Brinckmann Teixeira
Orientador

RESUMO: Frente à persistente problemática dos resíduos sólidos no meio ambiente, torna-se imperativo adotar estratégias que busquem solucionar os desafios que afetam a natureza. Nesse contexto, este estudo apresenta uma proposta para a implantação de uma Ecobarreira de baixo custo em âmbito municipal, visando atenuar os problemas relacionados aos resíduos sólidos no rio Paranhana. É amplamente reconhecido que esses resíduos não apenas contribuem para a poluição da água, mas também podem desencadear a propagação de doenças, a contaminação de recursos hídricos, inundações e degradação visual. Portanto, fica evidente que essa é uma questão de interesse coletivo e demanda ação conjunta de instituições públicas, privadas e da sociedade em geral. A proposta de uma Ecobarreira acessível, que incorpora materiais reutilizados em sua construção, tem como propósito primordial recolher resíduos sólidos flutuantes do Arroio Koetz, um tributário significativo do rio Paranhana. O projeto detalha de maneira sugestiva e eficaz um modelo de Ecobarreira, embasado na literatura de iniciativas similares com o mesmo objetivo. Contudo, reconhecendo que essa abordagem representa uma medida de tratamento pontual, sugere-se que, após a implementação da Ecobarreira, seu papel se estenda para além da coleta dos resíduos no arroio. Propõe-se a utilização da estrutura como base para a coleta sistemática de dados, incluindo a classificação e quantificação dos resíduos capturados. Desse modo, vislumbra-se um futuro em que esses dados possam informar o desenvolvimento de novas propostas, objetivando a adoção de ações mais abrangentes e eficazes para remediar essa problemática.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos, Políticas Públicas, Ecobarreira.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais em nível municipal é a grande geração e destinação incorreta dos resíduos sólidos na zona urbana. Infelizmente, muitas vezes, esses resíduos são descartados de maneira lamentável em locais inapropriados, como ruas, praças, áreas de lazer e espaços públicos, evidenciando o descaso de parte da população com essa situação (TAVARES, 2008).

Nesse contexto, a conscientização ambiental é uma das principais e mais poderosas armas para resolver o problema. Entretanto, ainda não é uma realidade presente, tornando-se necessárias medidas públicas para remediar essas situações a curto prazo. A gestão dos resíduos sólidos urbanos é de utilidade pública, não apenas para o meio ambiente, mas também para a saúde e economia, tornando-se de suma importância para a formulação de políticas públicas.

Uma das medidas adotadas em grande escala e de forma eficiente em muitos municípios é a coleta seletiva, que prevê a destinação adequada dos materiais com base em sua composição e na melhor solução final para cada tipo. Essa alternativa reduz significativamente os impactos ambientais associados ao descarte inadequado, além de promover a reciclagem e a possibilidade de retorno comercial dos materiais.

Apesar da eficiência da coleta seletiva, sua realização depende da conscientização e colaboração da população para que os resíduos sejam corretamente separados e transportados pela empresa responsável.

Observamos cada vez mais medidas voltadas ao gerenciamento de resíduos e à educação ambiental, abrangendo redução, reutilização, reciclagem, valorização, tratamento adequado e outras abordagens (MORAES, 2000). Essas ações tratam da problemática tanto na geração quanto na destinação dos resíduos. No entanto, há uma problemática que ainda necessita de atenção: as medidas “fim de tubo”, que combatem os resíduos já descartados irregularmente no ambiente, quando outras medidas preventivas falharam.

É notório que, na maioria das vezes, os resíduos inadequadamente descartados em áreas urbanas são carregados pelo vento e chuva para os sistemas pluviais, que os direcionam para corpos d›água, como rios, córregos e arroios, e, eventualmente, para o oceano. Esse processo acarreta problemas que impactam diretamente e indiretamente a qualidade da água, a biodiversidade local e a vida marinha.

Diante desse problema, a ONU destaca, entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), três desafios relacionados a essas questões:

> “A ODS 6- Água Potável e Saneamento, atuando na redução do despejo de resíduos nas águas; A ODS 12 – Produção e Consumo Sustentável, estimula a reduzir a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização; além da ODS 11- Cidades e Comunidades Sustentáveis, visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. (UNRIC, 2016).”

Considerando toda questão supracitada, o presenta trabalho apresenta como uma possível solução na mitigação dos impactos ambientais apontados, o sistema de Ecobarreiras, que tem como objetivo impedir e, ao mesmo tempo, remover resíduos flutuantes dos corpos hídricos. Os resíduos flutuantes incluem materiais como: plástico, borracha, madeira, vidro, entre outros, que possuem baixa taxa de degradação e causam impactos negativos no meio ambiente, na economia e na saúde pública. É importante ressaltar que os rios são considerados vetores primários no transporte de plásticos e outros resíduos até os oceanos, gerando um impacto global (Jambeck et al., 2015).

Gestão Ambiental em meio as Políticas Públicas

Políticas públicas são ações e medidas adotadas pelo governo com o propósito de atender a um interesse coletivo de forma pluralizada. Conforme afirmado por Souza (2007), baseado nas teorias de Dye (1984), o termo "políticas públicas" engloba as ações implementadas pelo governo, seja por meio da proposição ou da decisão de não agir em determinado assunto.

No contexto das políticas ambientais, Godard (1997) ressalta a importância fundamental das políticas, pois têm a capacidade de promover ações conscientes entre a sociedade e o meio ambiente. Seu objetivo é considerar a limitação dos recursos naturais e garantir um ambiente ecologicamente equilibrado, assegurando qualidade de vida para as gerações atuais e futuras, conforme previsto na Constituição Federal de 1988 no Brasil:

"Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preserva-lo para as presentes e futuras gerações."

Gestão Ambiental e Resíduos Sólidos

A problemática dos resíduos sólidos está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento econômico, especialmente devido à grande produção de resíduos. Esse tema é de extrema relevância para a tomada de decisões e medidas relacionadas à preocupação ambiental. A gestão dos resíduos sólidos é uma responsabilidade compartilhada entre a administração pública e as instituições privadas geradoras, abrangendo desde a geração até a disposição final dos resíduos. Para enfrentar essa questão, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos por meio da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010:

> Art. 1°. Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.
>
> Art. 7° São alguns dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:
>
> I - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
>
> II - Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
>
> III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
>
> IV - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
>
> V - Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
>
> VI - Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
>
> VII - gestão integrada de resíduos sólidos;

De fato, diante dos termos mencionados, é crucial compreender a responsabilidade e o envolvimento de toda a sociedade na gestão de resíduos sólidos. Essa questão não apenas impacta significativamente as discussões ambientais, mas também desempenha um papel crucial em questões de saúde pública. A má gestão dos resíduos sólidos pode levar à transmissão de doenças, tornar-se criadouro de vetores, causar alterações na qualidade da água utilizada pela população e dar origem a diversos outros problemas relacionados à saúde e ao bem-estar das pessoas. Portanto, a conscientização e participação ativa de todos os membros da sociedade são essenciais para enfrentar esse desafio e garantir um ambiente saudável e sustentável

Problemáticas dos Resíduos Sólidos em Corpos D'Água

A questão dos resíduos sólidos nos corpos hídricos está intimamente ligada à forma inadequada de descarte desses materiais, muitas vezes lançados diretamente nos cursos de água ou em áreas suscetíveis ao arrastamento por sistemas de drenagem pluvial. Esses resíduos, especialmente os flutuantes, são então arrastados ao longo de rios, córregos e riachos, chegando finalmente ao oceano, o que acarreta uma série de impactos significativos tanto nos recursos de água doce quanto na vida aquática e marinha (RATTNER, 2009).

Segundo os autores Armitage & Roosebom, em 2000 (citados por Neves & Tucci, 2003), argumenta-se que muitas vezes esses resíduos acabam por se acumular em pontos específicos dos cursos de água, especialmente na vegetação ribeirinha, conhecida como mata ciliar, quando presente (figura 1). Isso pode ocasionar diversos problemas, como mau cheiro decorrente do processo de decomposição, criação de criadouros para transmissores de doenças e também poluição visual na paisagem.

Figura 1- Resíduos na vegetação ribeirinha no arroio Koetz
Fonte: autor, 2023

Principais Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos em Corpos D'Água

Além dos problemas já mencionados sobre a questão dos resíduos sólidos em corpos hídricos, destacam-se também alguns dos impactos ambientais apontados por Armitage & Roosebom, em 2000 (citados por Brites, 2005), decorrentes dessa problemática:

Perturbação da Paisagem: Isso pode estar relacionado a questões sócio-políticas, afetando o turismo e o bem-estar das comunidades locais devido à poluição visual e ao mau estado dos corpos d'água.

Riscos à Saúde Pública: A decomposição de produtos residuais em embalagens industriais e domésticas, bem como a presença de resíduos hospitalares, como agulhas, seringas, ampolas e medicamentos, representam potenciais fontes de contaminação patogênica e química. Esses riscos podem afetar tanto a saúde humana, através da contaminação direta da água, quanto a das populações aquáticas envolvidas na cadeia alimentar.

Gastos Públicos: O descarte inadequado dos resíduos acarreta gastos significativos para a limpeza desses materiais, além dos prejuízos decorrentes dos impactos ambientais causados.

Tucci (2002), também destaca a problemática do assoreamento causado por esses resíduos nos cursos de água e na rede de drenagem. Esse acúmulo de sedimentos reduz a capacidade hidráulica de escoamento dos rios e córregos, tornando as áreas urbanas mais vulneráveis a problemas de inundação, o que é especialmente comum em grandes centros urbanos.

Ecobarreira

As Ecobarreiras são essencialmente compostas por um mecanismo de barreira que emprega materiais flutuantes em sua construção. Dessa maneira, elas se aproveitam da força e corrente da água para transportar os resíduos até elas.

Os materiais usados para a construção das Ecobarreiras podem variar de acordo com o orçamento, o objetivo e o tamanho da barreira. Geralmente, são utilizados materiais como madeira, bombonas plásticas ou boias, ancoradas por cabos de aço ou cordas de tecido nas margens dos cursos d'água (Franz, 2002). A figura 2, ilustra o princípio da estrutura e a finalidade de um exemplo de Ecobarreira já em funcionamento.

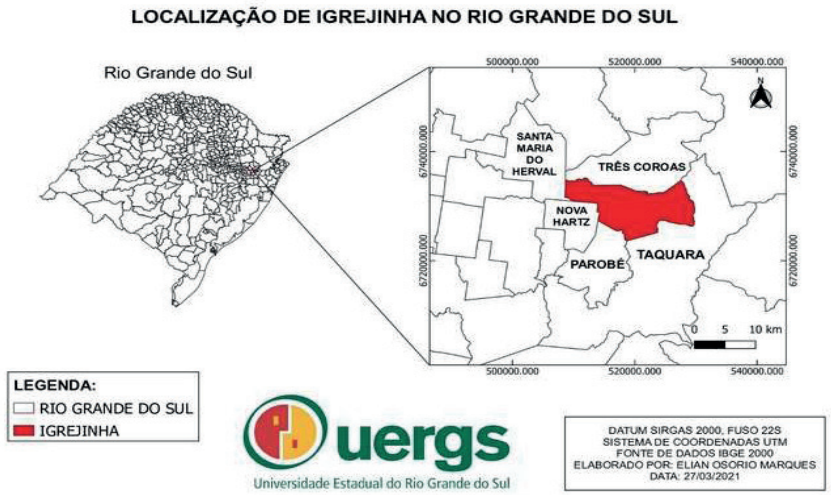
Figura 2 - Imagem esquemática de Ecobarreira instalada

Fonte: autor, 2022

Caracterização da Área de Estudo

De acordo com dados do IBGE (2021), Igrejinha-RS está localizada na mesorregião metropolitana de Porto Alegre, fazendo divisa com os municípios de Três Coroas, Taquara, Parobé, Nova Hartz e Santa Maria do Herval (ver mapa 1).

O município possui uma extensão territorial de 138,303 km² e uma população estimada de 37.754 habitantes (IBGE, 2021). Sua economia é predominantemente composta por indústrias calçadistas e serviços relacionados a esse setor.



Mapa 1 - Localização de Igrejinha

Fonte: autor, 2021

Arroio Koetz

O arroio Koetz desempenha um papel significativo como afluente do rio Paranhana e percorre uma rota entre os bairros Viaduto e Centro de Igrejinha-RS, ambos localizados na zona urbana do município (ver mapa 2). Sua extensão é de aproximadamente 4 km e atravessa tanto áreas urbanas quanto o subsolo de indústrias, comércios e residências.

Mapa 2 - Curso do arroio Koetz

Fonte: autor, 2022

O arroio Koetz é caracterizado por apresentar uma alta velocidade de vazão, e isso é principalmente atribuído ao relevo da geografia local. A topografia acidentada da região contribui para a rápida descida das águas, resultando em um fluxo mais veloz ao longo de seu curso. Esse aspecto torna o arroio Koetz suscetível a ocorrências de enchentes e erosões em determinadas situações climáticas, demandando uma atenção especial quanto à gestão e manejo adequado das águas na área urbana onde percorre.

Local de implantação da Ecobarreira

A implantação da Ecobarreira foi cuidadosamente selecionada em um ponto estratégico do arroio, localizado nas coordenadas 29°34’23.72” de latitude sul e 50°47’31.32” de longitude oeste. Essa posição está situada em uma área de lazer no centro da cidade, especificamente na praça central Dona Luísa, no bairro Centro de Igrejinha-RS (ver mapa 3).

Mapa 3 - Local de implantação da Ecobarreira

Fonte: autor, 2022

Essa escolha visa facilitar a contenção e captura dos resíduos sólidos arrastados pela corrente do arroio, aproveitando o fluxo de pessoas no local para conscientizar a população sobre a importância da preservação ambiental e da correta destinação dos resíduos.

Modelo e Dimensionamento da Ecobarreira

Segundo análise bibliográfica apresentada no trabalho de conclusão de curso, Marques, 2022, o modelo e dimensionamento a seguir refere-se ao melhor modelo de Ecobarreira produzido e utilizado em situações semelhantes à do Arroio Koetz, local sugerido para implantação.

A plataforma flutuante sobre o leito do arroio deve ser construída utilizando materiais flutuantes, como bombonas industriais de 20 litros. Essas bombonas serão envolvidas e amarradas com uma rede à prova d'água, como uma rede de pesca, para criar uma estrutura contínua de 7 metros de comprimento. Essa estrutura tem a finalidade de bloquear e recolher os resíduos flutuantes presentes no arroio. (figura 3)

Junto ao muro das margens do arroio, é necessário fixar em ambos os lados uma haste de ferro resistente à corrosão da água. Essa haste servirá como estrutura para as amarras da plataforma flutuante. As amarras devem ser confeccionadas com um material flexível e resistente, como cabo de aço ou corda apropriada para contato direto com a água. Adicionalmente, deve-se inserir um rolamento de espessura adequada em cada haste, para permitir a amarração da estrutura flutuante e possibilitar seu movimento vertical conforme as variações de altura do leito do arroio.

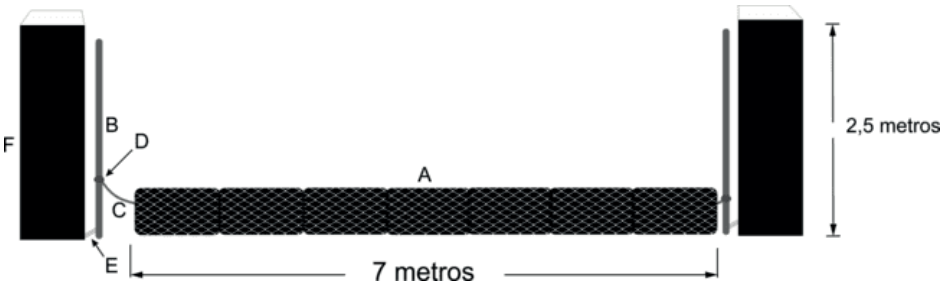


Figura 3 - Desenho do modelo proposto

Fonte: autor, 2022

A) Estrutura flutuante

B) Haste de fixação da estrutura

C) Cabo de amarra

D) Rolamento

E) Parafuso especifico para fixação

F) Muro da margem do arroio

Materiais Construtivos

No contexto do projeto do modelo proposto, a seguir serão detalhados os materiais recomendados para a construção da Ecobarreira. É importante ressaltar que, apesar da ausência de descrição precisa e das adaptações frequentes nos modelos estudados na revisão bibliográfica, a presente proposta considera a relação custo-benefício para um projeto de Ecobarreira de baixo custo.

Estrutura flutuante: é composta por galões industriais de 20 litros (conforme representado na figura 10), com dimensões de 30 x 40 x 25 cm. Esses galões são prontamente disponíveis em indústrias. No entanto, devido à natureza dos materiais que costumam ser armazenados nesses galões, como substâncias químicas, é crucial realizar uma higienização completa para evitar riscos de contaminação da água.

Ao longo da extensão de 7 metros da estrutura, serão empregados um total de 17 galões para a construção da plataforma flutuante. Além disso, será essencial empregar uma rede impermeável com dimensões de pelo menos 8 metros de comprimento por 3 metros de largura. Essa rede desempenhará um papel fundamental na sustentação e integridade da estrutura flutuante

Amarras: serão efetuadas utilizando cabos ou cordas resistentes à água, selecionados por sua capacidade de suportar tanto a pressão da água quanto o impacto dos resíduos. Será necessário utilizar aproximadamente 2,5 metros desse material para a fixação adequada. Essas amarras desempenham um papel crucial na estabilidade e segurança da estrutura.

Rolamentos: serão requeridas duas unidades, com diâmetro interno compatível à espessura da haste para revestir a estrutura.

Fixação na margem do arroio: será feita por um profissional de serralheria, instalando e fixando a estrutura com hastes de ferro no muro.

Operação e manutenção

A operação da Ecobarreira envolve a coleta manual dos resíduos do arroio a cada 2 dias, com um responsável designado. Após a retirada, ocorre uma separação preliminar dos resíduos em orgânicos e secos para melhor manipulação, transporte, classificação e destinação final. Manutenções regulares são recomendadas durante a coleta para avaliar a integridade da estrutura e evitar problemas mais graves. É importante considerar eventos de precipitação e aumento da vazão do arroio, que podem comprometer a integridade da Ecobarreira, necessitando sua remoção preventiva para evitar danos.

Transporte e destinação dos resíduos coletados

A proposta do projeto envolve uma colaboração entre a população e a prefeitura para coleta e destino dos resíduos coletados. Esses resíduos, previamente segregados pelas empresas de coleta urbana ou equipes municipais de limpeza, serão encaminhados ao centro de triagem de Igrejinha. A atenção à identificação adequada é crucial para gerar relatórios específicos sobre a quantidade e classificação dos resíduos, dados essenciais para avaliar sua periculosidade e futuros projetos de remediação. Os resíduos orgânicos serão tratados junto aos outros materiais orgânicos da coleta urbana, enquanto os resíduos secos, majoritariamente recicláveis, serão separados por membros da cooperativa local de reciclagem no centro de triagem, gerando renda e contribuindo para a solução da problemática dos resíduos sólidos no rio Paranhana.

Custos de implantação

Baseado nos critérios mencionados anteriormente e nos materiais propostos para o modelo deste projeto, a estimativa média de custos para a implementação da Ecobarreira é de aproximadamente R$ 1.120,00 reais (tabela 1).

MATERIAL	CUSTO
BOMBONAS	REAPROVEITAMENTO
REDE RESISTENTE A ÁGUA 8X12X10M	MÉDIA DE R$ 300,00
CORDA 10MM – 2,5 METROS	MÉDIA DE R$ 20,00
ROLAMENTOS	REAPROVEITAMENTO
INSTALAÇÃO DA ESTRUTURA COM AS HASTES FIXADAS NO MURO DO ARROIO	MÉDIA DE R$ 800,00

Tabela 1 – Tabela de custos
Fonte: autor, 2024

Além do custo de implantação, é importante também levar em conta os custos futuros de manutenção, que incluem a substituição de materiais desgastados ao longo do tempo.

Recursos para Implantação e Manutenção do Projeto

Os custos associados à implementação e manutenção podem ser suportados em colaboração com empresas privadas e partes interessadas no escopo do projeto, como parte do compromisso com políticas socioambientais em relação ao rio Paranhana e outros impactos ambientais. A proposta também engloba a perspectiva de recursos disponíveis por meio da administração municipal de Igrejinha. O projeto será submetido para avaliar a viabilidade de utilizar financiamento do fundo municipal de meio ambiente, que busca apoiar iniciativas de conservação ambiental. Adicionalmente, a importância da administração municipal é destacada para estabelecer uma parceria de colaboração técnica e garantir a operação contínua da Ecobarreira no município de Igrejinha.

CONCLUSÃO

A proposta apresentada neste trabalho configura-se como uma medida de “fim de tubo”, destinada a remediar a problemática dos resíduos já impróprios e atualmente prejudiciais ao ambiente. Além disso, enfatiza-se a necessidade de intervenções anteriores para abordar a raiz do problema, enfocando a importância da educação ambiental para influenciar a conscientização pública e tratar a problemática em sua origem.

O projeto de implantação da Ecobarreira no município pode servir como base para futuros empreendimentos voltados à educação ambiental. A análise da classificação e quantidade dos resíduos coletados pela estrutura oferecerá dados cruciais sobre a extensão do problema e a previsão dos impactos a longo prazo, orientando a implementação de medidas de remediação e a divulgação dessas informações para a comunidade.

O município de Igrejinha já possui um Centro de Educação Ambiental (CEEAAK), que pode ser o local para futuros projetos educacionais, aproveitando a riqueza de informações geradas pela Ecobarreira. A infraestrutura e expertise já presentes no centro podem ser direcionadas para atividades pedagógicas relacionadas à educação ambiental.

O projeto visa remediar a questão dos resíduos sólidos no rio Paranhana, utilizando a implantação de uma Ecobarreira no arroio Koetz como um primeiro passo de baixo custo. Isso servirá como um estudo experimental para avaliar sua eficácia, funcionalidade e a necessidade de futuras medidas, incluindo a instalação de outras Ecobarreiras. De maneira ambiciosa, a Ecobarreira no arroio Koetz tem o potencial de se tornar um projeto piloto para futuras implementações no rio Paranhana, ampliando o alcance da proposta original. No final das contas, espera-se que o projeto tenha um impacto inspirador em outras ideias, podendo ser aplicado não apenas em Igrejinha, mas também em corpos hídricos afetados por essa problemática em todo o mundo, possibilitando com a alternativa de baixo custo, uma expansão ainda maior essa tecnologia que já vem sendo utilizada em diversos locais.

Dentro do contexto discutido, é sugerido também a criação de projetos de lei semelhantes aos já implementados em alguns municípios, visando a introdução de Ecobarreiras como medidas de mitigação para a problemática. Este artigo também possuí como objetivo fornecer informações e argumentos que podem ser usados como ferramentas de apoio nessas iniciativas legislativas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Resíduos sólidos: Classificação - NBR 10004. Rio de Janeiro, ABNT, 2004. 71p.

DYE, Thomas D. **Understanding Public Policy**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. 1984.

FORGIARINI Gabriel Melo. **Classificação dos resíduos sólidos urbanos coletados com o uso de ecobarreira em cursos de água no munícipio de Caçapava do Sul,RS** .Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul 2018.

FRANZ, Barbara **O Lixo Flutuante em Regiões Metropolitanas Costeiras no Âmbito de Políticas Públicas**: O Caso da Cidade do Rio de Janeiro/ Barbara Franz. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

GODARD, Olivier. **A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação** - In: Paulo Freire Vieira e Jacques Weber (Org.) tradução: Anne Sophie de Pontbriand Vieira, Christilla de Lassus.- Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

HALL, Peter A.; TAYLOR, Rosemary C. R. **Political science and the three new institutionalisms**. Political Studies, v. 44, n. 5, p. 936-957, 1996.

INSTITUTO SAFEWEB. **Ecobarreira:** Instituto Safeweb. 2022. Disponível em: https://www.ecobarreira-diluvio.com.br/. Acesso em: 20 jun. 2023.

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox,C., Siegler, T. R., Perryman,M., Andrady, A., Narayan,R., Lavender, K. 2015. **Plastic waste inputs from land into the ocean**. Science, 765-771

Marques, 2022. Disponível em: https://repositorio.uergs.edu.br Acesso em: 22 jun. 2023.

MARTINS, Rafael Moro. **Ecoabrreira Rio Atuba-PR:** Diego Saldanha. 2017. Disponível em: https://noticias.uol.com.br. Acesso em: 15 jun. 2023.

MORAES, L. R. S. **Gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos**: um novo paradigma. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE NA BAHIA, 2, 2000. Salvador. Anais... Salvador: UFBA, 2000. p. 258-260.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE: **Ecobarreira**. 2021. Disponível em: https://prefeitura.poa.br/gp/noticias. Acesso em: 25 jun. 2023.

RATTNER, H. **Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável**. Ciência e Saúde Coletiva, v. 14, n. 6, p. 1965-1971.

SANTOS, Bruna de Melo. **EFICIÊNCIA DE ECOBARREIRAS EM RIO DOMINADO POR MARÉ:** ecobarreiras. 2018. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Cap. 1.

SILVA, Alisson Sauer da. **ECOBARREIRAS DE BAIXO CUSTO PARA RETENÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANAIS DE MACRODRENAGEM.** 2018. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Cap. 1.

SOUZA, Celina. Estado da Arte da Pesquisa em Políticas Públicas. IN: HOCHMAN, Gilberto (Org.). **Políticas públicas no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007

TARVARES, Jimy Carter Lima. **Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos da cidade de Maceió** - Al. 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia, Maceió.

TUCCI, 2002. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7, n.1. ABRH.

UNRIC. 2016. **Guia de Desenvolvimento Sustentável - 17 Objetivos Para Transformar o Nosso Mundo**. Organização das Nações Unidas.

OCEAN CLEANUP: boayan slat. Boayan Slat. 2021. Disponível em:https://epocanegocios.globo.com.html. Acesso em: 20 jun. 2023.

IBGE. Igrejinha 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/igrejinha.html. Acesso em: 22 jun. 2023.

Dra. Adriana Carla Dias Trevisan – Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dr. Daniel Brinckmann Teixeira - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs)

Me. Ketulyn Fuster – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA

Dr. Marcelo Gules Borges – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Dr. Marcelo Maisonette Duarte – Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dra. Marcia dos Santos Ramos Berreta - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dr. Márcio Zamboni Neske - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dra. Patrícia Binkowski - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dr. Rodrigo Koch - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs)

Dr. Rosmarie Reinehr - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Dra. Suzana Frighetto Ferrarini - Universidade Estadual do Rio grande do Sul (Uergs) - Programa de Pós Graduação em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS)

Me. Vanessa Karine Spindler - Faculdades Integradas de Taquara/RS - FACCAT. Associação dos Municípios de Turismo da Região dos Vales (AMTURVALES)

Secretária:

Isadora Schuch de Castro

AUTORES

Túlio Garcia de Souza
Patrícia Binkowski
Gabriel Vieira Vier
Ketulyn Füster Marques
Fabiana Angela Girotto Boff
Daniel Brinckmann Teixeira
Derek de Alencastro Zarruq
Vanessa Karine Spindler
Amábile Cabral Ceolin
Ketulyn Füster Marques
Emely Negreiro Mlenek
Priscilla Both Silva
Suzana Frighetto Ferrarini
Cristiane Sofia Kaiser
Márcia dos Santos Ramos Berreta
Grace Lenir Schneider Jahnel
Patrícia Binkowski
Elvis Goldas
Suzana Frighetto Ferrarini
Julio Cesar Nunes Rolhano
Marcio Zamboni Neske
Carlos Adriane da Silva Padilha
Marcia dos Santos Ramos Berreta
Rodrigo Koch
Daniel Gonçalves de Oliveira
Daniel Brinckmann Teixeira
Elian Osorio Marques
Daniel Brinckmann Teixeira

MÁRCIA DOS SANTOS RAMOS BERRETA - é professora adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), com atuação na Unidade Hortênsias, em São Francisco de Paula. Doutora e mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com estágios pós-doutorais realizados na própria UFRGS e na Le Mans Université (França). É docente permanente do Programa de Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade - PPGAS e coordena a Especialização em Práticas de Sustentabilidade Ambiental - PSA. Lidera o grupo de pesquisa do CNPq GANECO – Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos, e coordena o Laboratório de Estudos Avançados Multidisciplinares (LEAM). Atua nas áreas de gestão ambiental, recursos hídricos, conflitos territoriais e participação social para o desenvolvimento sustentável.

SUZANA FRIGHETTO FERRARINI - é professora adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), com atuação na Unidade Hortênsias, em São Franciso de Paula. É doutora em Engenharia e Tecnologia de Materiais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), mestre em Química Analítica Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e licenciada em Química pelo Centro Universitário La Salle. Realizou estágios pós-doutorais na PUCRS, com foco em tecnologias sustentáveis aplicadas à remediação ambiental. É docente permanente do Programa de Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade – PPGAS, da Especialização em Práticas de Sustentabilidade Ambiental - PSA e do Bacharelado em Gestão Ambiental - BGA. Integra os grupos de pesquisa do CNPq GANECO – Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Negociação de Conflitos (UERGS/SEMA-RS) e LQAmb – Laboratório de Química Analítica e Ambiental da PUCRS. Suas áreas de atuação envolvem a análise de traços, avaliação da qualidade da água, uso de resíduos como insumos e o desenvolvimento de processos limpos.

ISADORA SCHUCH DE CASTRO - é servidora da UERGS – Unidade Hortênsias, em São Francisco de Paula. É graduada em Tecnologia em Meio Ambiente e especialista em Educação para Sustentabilidade pela UERGS. Atuou como presidente do Conselho Municipal de Meio Ambiente de São Francisco de Paula no biênio 2022–2024, representando a universidade em espaços de construção coletiva e deliberação ambiental. Possui experiência em ações de educação ambiental, articulação comunitária, apoio à pesquisa e gestão universitária, contribuindo para projetos de extensão e formação voltados à sustentabilidade socioambiental no contexto da Serra Gaúcha e na amplitude da Universidade Pública.

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE:

Estudos da Especialização em Práticas Sustentáveis

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2025

CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE:

Estudos da Especialização em Práticas Sustentáveis

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2025