REVISTA afluente

Revista do JPS
vinculada a ABES-RS
ANO VIII • NÚMERO 14 • JUNHO 2025

INOVAR PARA UNIVERSALIZAR

Com o tema
Saneamento para quem não tem
Inovar para universalizar
33º Congresso da ABES-RS
é marco na história da entidade

Ministra do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Marina Silva, foi uma das palestrantes do Congresso

ABES em DESTAQUE

CONSELHO DAS CIDADES
APROVA PROPOSTA DE TEXTO BASE SOBRE POLÍTICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO

PALAVRA do PRESIDENTE

ABES-RS
É REFERÊNCIA NA AMÉRICA LATINA

REVISTA AFLUENTE • A REVISTA DO JPS
ANO VIII • Nº 14 • JUNHO/2025

FICHA TÉCNICA

Autor/Editor	ABES-RS
Título	Revista Afluente — A revista do JPS
Conselho Editorial	Anelise Nardi Hüffner Kely Boscato Paulo Robinson Samuel
Produção	Editora Limiar
Edição	Ano VIII ▪ Nº 14 ▪ junho/2025
Local	Porto Alegre - RS
Ano da publicação	2025

ISSN 2594-732X

https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php

YOUNG WATER PROFESSIONALS BRAZIL

ABES-RS
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção RS
www.abes-rs.org.br

O conteúdo dos artigos e resumos de TCC é de responsabilidade dos autores

SUMÁRIO

EDITORIAL 4

PALAVRA DO PRESIDENTE 6

SESSÃO ESPECIAL
33º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (CBESA) 9

ABES EM DESTAQUE
CONSELHO DAS CIDADES APROVA PROPOSTA DE TEXTO BASE SOBRE POLÍTICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO 15

ARTIGOS

COMO AS TECNOLOGIAS SOCIAIS PODEM CONTRIBUIR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS? 18

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BARRAGEM MÃE D'ÁGUA (RS): AVALIAÇÃO TEMPORAL COM APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) 42

FORMAÇÃO DE CIDADÃOS: UM PROJETO DE INTEGRAÇÃO PARA A CONSCIENTIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS 51

INTEGRAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO DE FLUXO DE MATERIAIS E GEOPROCESSAMENTO: CONSERTO DE ELETROELETRÔNICOS DURANTE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NO RIO GRANDE DO SUL – MAIO/24 67

RESUMO TCC

MAPEAMENTO DA APP NO ENTORNO DE CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 84

INFORMES 95

UM CONVITE À REFLEXÃO E **AÇÃO**

O primeiro semestre de 2025 foi marcado por importantes avanços e eventos na área ambiental, refletindo o dinamismo e o compromisso dos profissionais que atuam no setor. Em março, acompanhamos o lançamento da 32ª Semana Interamericana da Água e da 25ª Semana Estadual da Água do Rio Grande do Sul, com destaque para a navegação educativa pelo Rio Gravataí a bordo do Barco Escola do Projeto Rio Limpo, promovido pela Associação de Preservação da Natureza do Vale do Gravataí (APN-VG). Em maio, o JPS/RS esteve presente em dois eventos de grande relevância: a 10ª edição da Feira Internacional de Meio Ambiente (Fiema), em Bento Gonçalves — considerada a maior feira do setor no sul do país — e o 33° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (CBESA), em Brasília, considerado o principal encontro nacional sobre saneamento e meio ambiente, reconhecido por reunir especialistas e fomentar a troca de conhecimentos técnicos e científicos.

Neste cenário de intensos debates e trocas de experiências, a décima quarta edição da Revista Afluente traz uma cobertura especial do 33° CBESA, além de apresentar uma seleção de trabalhos técnicos desenvolvidos por jovens profissionais atuantes no

Rio Grande do Sul. São cinco artigos científicos que, embora diversos em seus enfoques, compartilham o compromisso com soluções integradas e sustentáveis para os desafios ambientais contemporâneos. Entre os temas abordados estão a importância da educação ambiental para a transformação social, o mapeamento de Áreas de Preservação Permanente (APPs) no entorno de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs); estratégias inovadoras para o conserto de eletroeletrônicos diante da emergência climática que assolou o Rio Grande do Sul em 2024; a aplicação temporal do Índice de Qualidade da Água (IQA) como ferramenta de monitoramento hídrico; e o uso de tecnologias sociais para a gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos.

Esta edição é, acima de tudo, um convite à reflexão e à ação. Que os trabalhos aqui reunidos inspirem novos caminhos para a construção de um futuro ambientalmente mais equilibrado e socialmente mais justo.

Boa leitura!

CONSELHO EDITORIAL/REVISTA AFLUENTE

ABES-RS É REFERÊNCIA NA **AMÉRICA LATINA**

Prezados leitores e leitoras,

A **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Seção Rio Grande do Sul** (ABES-RS) tem a imensa satisfação de convidá-los para a leitura da 14ª edição da nossa revista ***Afluente***. Os trabalhos aqui apresentados possuem um interesse relevante com a preocupação de um ambiente saudável e a importância social na busca da redução dos impactos ambientais.

A revista tem, a partir de 2025, o desafio de ser editada semestralmente, a fim de socializar cada vez mais os conhecimentos dos nossos sócios, parceiros e amigos, sempre na busca de uma sociedade mais justa, igualitária e com uma melhor qualidade de vida, principalmente de quem mais precisa.

Neste primeiro semestre, tivemos o 33º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, em Brasília, e nesta edição podemos acompanhar detalhes do evento, os principais palestrantes e os temas desenvolvidos por eles. Nossos leitores associados terão o privilégio de ver, ouvir e refletir sobre as palestras proferidas e que estão gravadas na plataforma do conhecimento da ABES-DN. O 33º CBESA nos oportunizou a encontrar muitos amigos, colegas e parceiros, fortalecer os nossos laços com nossos sócios e

construir parcerias com várias empresas públicas e privadas, além de visitar e conhecer as inovações do setor de saneamento apresentados na Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental (FITABES).

A nossa gestão 2023-2025 está finalizando e tenho a satisfação de dizer que nestes dois anos que estivemos à frente da ABES-RS, juntamente com nossos colegas Diretores e Conselheiros, trabalhamos incansavelmente e conseguimos muitos avanços para a nossa seção gaúcha da ABES, sempre lembrando que os nossos avanços foram galgados em bases sólidas, resultados de diretorias anteriores. Nestes dois anos ampliamos as parcerias com instituições internacionais, federais, estaduais e de diversos municípios do Rio Grande do Sul, empresas públicas e privadas, agências reguladoras, associações profissionais de diversos estados do país, nos reaproximamos dos colegiados da Engenharia Brasileira, fortalecemos a Semana Interamericana da Água, onde a ABES-RS é referência na América Latina, na condução deste grande evento de mobilização social. Neste período recebemos seminários nacionais, produzimos a 12ª edição do Seminário Internacional de Qualidade Ambiental, além de termos ampliado as nossas participações nos Comitês de Bacia do RS, nos Conselhos Municipais e Estadual e Feiras.

No segundo semestre, já estaremos em uma nova gestão, biênio 2025-2027, e a ABES-RS continuará promovendo muitas atividades, como o Seminário Ibero-Americano de Regulação dos Serviços de Saneamento, em Porto Alegre, nos dias 21 e 22 de agosto. O evento tem por objetivo, contribuir para o aperfeiçoamento de competências e capacidades dos profissionais do setor - incluindo representantes de empresas de saneamento, agências reguladoras e gestores municipais - todos fundamentais para a universalização do saneamento e o fortalecimento das políticas públicas no país. Nos meses de setembro temos eventos de mobilização social, em comemoração ao Dia Interamericano de Limpeza e Cidadania (Diadesol), em outubro a 32ª Semana Interamericana da Água e 25ª

Semana Estadual da Água e em novembro o Dia do Saneamento.

Queremos seguir compartilhando conhecimento e conectando cada vez mais profissionais engajados na busca pela universalização do saneamento, por um ambiente mais saudável e seguro, por meio de ações sustentáveis desenvolvidas por nossa associação. Para que sigamos sendo protagonistas na área, precisamos que todos os profissionais conscientes venham participar da ABES que, no último dia 15 de junho, completou 59 anos de uma boa luta. Convidamos todos e todas que ainda não são associados a se unirem a ABES e contribuírem com esta importante missão.

Um Grande Abraço!

Paulo Robinson da Silva Samuel

PRESIDENTE DA ABES-RS

INOVAR PARA **UNIVERSALIZAR**

COM O TEMA *SANEAMENTO PARA QUEM NÃO TEM – INOVAR PARA UNIVERSALIZAR* – EVENTO ATRAIU MAIS DE 10 MIL PESSOAS

Entre os dias 25 e 28 de maio de 2025, Brasília sediou o 33º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (CBESA), promovido pela **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental** (ABES). O evento, realizado no Centro de Convenções Ulysses Guimarães, reuniu mais de 10 mil participantes, entre especialistas, gestores públicos, acadêmicos, estudantes e representantes do setor privado, consolidando-se como o maior encontro de engenharia sanitária e ambiental da América Latina e um dos mais relevantes no cenário internacional.

Fotos: Anelise Nardi Hüffner

MINISTRA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA, MARINA SILVA, REFORÇOU O COMPROMISSO O GOVENRO COM A UNIVERSILIZAÇÃO DO SANEAMENTO ATÉ 2033

Com o tema **"Saneamento para quem não tem — inovar para universalizar"**, o congresso debateu questões críticas relacionadas à universalização do saneamento básico no Brasil, considerando os desafios técnicos, econômicos e sociais. As discussões enfatizaram a importância de soluções inovadoras e inclusivas para atender às demandas de populações historicamente

PÚBLICO LOTOU O AUDITÓOIO PARA ACOMPANHAR AS PALESTRAS DO 33° CBESA

excluídas dos serviços de água, esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

A programação científica foi extensa e diversificada, contando com mais de 50 painéis temáticos, 200 sessões técnicas, apresentação de cerca de 800 trabalhos científicos e acadêmicos, além de minicursos e workshops voltados para atualização profissional. Também foram promovidas visitas técnicas a empreendimentos de referência em saneamento no Distrito Federal, permitindo aos participantes conhecerem na prática projetos inovadores e sustentáveis.

Paralelamente, ocorreu a Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental (FITABES 2025), que contou com a participação de mais de 100 expositores nacionais e internacionais. A feira apresentou as mais recentes inovações em produtos, serviços e tecnologias para o setor, com destaque para sistemas inteligentes de monitoramento de redes de água e esgoto, soluções de reúso de água e tecnologias para gestão eficiente de resíduos sólidos urba-

PAINEL COM A PARTICIPAÇÃO DOS JOVENS PROFISSIONAIS DO SANEAMENTO, TRATOU DOS DESAFIOS PARA OS PRESENTES E FUTUROS PROFISSIONAIS PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

nos. Um dos destaques da feira foi a apresentação de um protótipo de estação compacta de tratamento de esgoto, movida a energia solar, idealizada para comunidades isoladas.

Entre os destaques do evento, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) apresentou projetos inovadores como o uso de efluentes tratados para o incremento do volume do Lago Paranoá, contribuindo para a segurança hídrica da região, e o sistema condominial de esgotamento sanitário, que facilita o acesso de comunidades de baixa renda à coleta e tratamento de esgoto, promovendo inclusão social e melhoria da qualidade de vida.

PRESIDENTE DA ABES NACIONAL, MARCEL COSTA SANCHES, JUNTAMENTE COM O PRESIDENTE DA ABES/RS, PAULO ROBINSON SAMUEL, SÓCIAS E MEMBRAS DA DIRETORIA DA ABES/RS

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) também teve papel de destaque, levando ao congresso debates sobre a relação entre saneamento e saúde pública, evidenciando como a ausência de serviços adequados de água e esgoto compromete as condições de vida, especialmente em áreas rurais, territórios indígenas e comunidades tradicionais. A abordagem integrada entre saúde e saneamento foi apontada como essencial para reduzir desigualdades sociais e garantir o direito humano à água e ao esgotamento sanitário.

Entre as autoridades presentes, destacaram-se a ministra do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Marina Silva, e o ministro das Cidades, Jader Barbalho Filho. Em suas falas, reforçaram o compromisso do governo federal com a meta de universalização do saneamento básico até 2033, conforme estabelecido pelo novo Marco Legal do Saneamento. Destacaram ainda a necessidade de ampliação de investimentos públicos e privados, inovação tecnológica e fortalecimento da regulação para

MOMENTO DE REUNIÃO DOS JOVENS PROFISSIONAIS DO SANEAMENTO PARA APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA E DO SJWP (PRÊMIO JOVEM DA ÁGUA DE ESTOCOLMO)

JOVENS PROFISSIONAIS DO SANEAMENTO DE DIVERSOS ESTADOS BRASILEIROS REUNIDOS APÓS A OLIMPÍADA JPS REALIZADA DURANTE O CONGRESSO

garantir a qualidade e sustentabilidade dos serviços.

Durante quatro intensos dias de atividades, o congresso proporcionou um ambiente dinâmico de aprendizado e networking, reunindo também voluntários do Programa Jovens Profissionais do Saneamento (JPS) oriundos de diversas regiões do país. Estes jovens participaram ativamente das discussões, organizaram encontros estratégicos para alinhar ações futuras e compartilharam práticas de sucesso desenvolvidas em seus estados. A expressiva participação da juventude destacou a importância da renovação contínua do setor, trazendo novas ideias, visões inovadoras e energia renovada para os desafios presentes e futu-

ros. O comprometimento das novas gerações com a construção de soluções sustentáveis reforça a certeza de que a engenharia sanitária e ambiental brasileira seguirá evoluindo em direção a um país mais justo, inclusivo e ambientalmente equilibrado.

O 33º CBESA reafirmou o compromisso da engenharia sanitária e ambiental brasileira com a busca de soluções sustentáveis, resilientes e equitativas para o setor. Para muitos participantes, o congresso representou uma oportunidade única de atualização e troca de experiências. Segundo o presidente da ABES/RS, Paulo Robinson Samuel, "o CBESA é o principal evento do Setor de Saneamento no Brasil e na Amé-

rica Latina, proporcionando que o Público do Setor, difunda seus conhecimentos e experiências através dos trabalhos técnicos, palestras e debates, além de construir, manter e ampliar suas redes de contato".

O evento encerrou com uma cerimônia festiva que homenageou profissionais de destaque no setor e anunciou que a próxima edição, o 34º CBESA, será realizada em 2027 na cidade de João Pessoa (PB), reforçando a continuidade desse espaço fundamental para o desenvolvimento do saneamento no Brasil.

DEPOIMENTO

O CONGRESSO REFORÇOU OS DESAFIOS DO SANEAMENTO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

ELVIS CARISSIMI, SÓCIO ABES/RS, PROFESSOR NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM)

Foi uma grande satisfação participar do 33º Congresso da ABES, em Brasília! Apresentei trabalhos sobre temas relevantes, como a remoção de íons fluoreto em águas subterrâneas, cinética de adsorção e mapeamento da fragilidade do flúor, além de acompanhar palestras com grandes nomes do setor, incluindo a Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva.

Um dos momentos mais especiais foi estar ao lado de duas alunas comprometidas com o saneamento: Amanda Hilgert, mestranda do PPGECAM/UFSM, e Angélica Scalabrin, graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, que representaram todo o nosso grupo de pesquisa. Ambas vivenciaram seu primeiro congresso e sua primeira viagem de avião — um marco pessoal e acadêmico que me emocionou como docente.

Durante o evento, visitei estandes de empresas, conheci novas tecnologias, participei de reuniões com representantes da ABES, AIDIS e órgãos públicos, e estabeleci contatos promissores para futuras parcerias em pesquisa, inovação e extensão. Destaco também a visita técnica à ETA Brasília, onde acompanhei o sistema de Flotação por Ar Dissolvido (FAD) em funcionamento.

O congresso reforçou os desafios do saneamento frente às mudanças climáticas, como secas, enchentes e contaminação dos mananciais, e a urgência por soluções resilientes. Com o Novo Marco Legal do Saneamento, que prevê a universalização até 2033, o papel das universidades torna-se ainda mais estratégico na formação de profissionais e desenvolvimento de tecnologias acessíveis e sustentáveis.

Volto deste congresso com gratidão e motivação renovada para seguir promovendo ensino, ciência e transformação social. Já estou ansioso para o 34º Congresso da ABES, que acontecerá em 2027, em João Pessoa/PB!

CONSELHO DAS CIDADES
APROVA PROPOSTA DE TEXTO BASE SOBRE POLÍTICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO

A ABES PARTICIPA DA COMPOSIÇÃO DO CONSELHO DESDE A SUA ORIGEM COM A ELEIÇÃO DE DELEGADOS NOS TRÊS NÍVEIS

De 27 a 30 de maio, o Conselho Nacional das Cidades (ConCidades) fez sua 57ª reunião em Brasília, iniciando com a reunião da Comissão Executiva Organizadora da 6ª Conferência Nacional das Cidades, quando foi feito o balanço das Conferências Municipais e Estaduais que estão sendo realizadas (no caso das Municipais o prazo é até 30 de junho e as Estaduais até 31 de agosto). Resultado de um esforço muito grande do ConCidades e do Ministério das Cidades, todos os estados estão com suas Comissões Organizadoras funcionando, principalmente atuando na mobilização para a realização das Conferências Municipais. O Conselho ava-

CONSELHEIROS E CONSELHEIRAS DE DIVERSAS PARTES DO PAÍS PARTICIPARAM ATIVAMENTE DA REUNIÃO QUE OCORREU EM BRASÍLIA

Foto: José Augusto de Lima Alves

liou a situação muito positiva de estados como Rio de Janeiro e Paraná, que terão Conferências Municipais na imensa maioria de suas cidades, mas também programou atividades para procurar motivar outros estados, que estão mais atrasados na preparação das suas Municipais.

O representante da ABES no ConCidades, o engenheiro agrônomo Darci Campani, tem constantemente procurado motivar os presidentes das seções estaduais para que promovam a inserção das Abes estaduais no ciclo desta 6ª Conferência Nacional, afirmando que: "Já tivemos o retorno concreto de alguns locais onde a ABES Estadual está mobilizada e que irá eleger delegados para a etapa Nacional.

Campani destaca a importância desta 6ª Conferência, que deveria ter ocorrido em 2016, que após alguns adiamentos, finalmente será realizada em outubro deste ano, com o tema "Construção da Política e do Sistema Nacional de Desenvolvimento Urbano".

Importante momento para o Brasil pois, nós da área

do Saneamento e do Ambiente, temos nossos sistemas estruturados desde 1981 e 2007, mas o Brasil ainda não tem um Sistema que pense e planeje as cidades, onde moram mais de 80% dos brasileiros. O Estatuto das Cidades iniciou esta estruturação, mas não consolidou um Sistema Nacional. Nesta reunião de maio, o ConCidades aprovou o texto que consolida uma proposta de Política e Sistema, que deve ser discutido nas Conferências Estaduais, para na Nacional aprovarmos sua redação final. Portanto esta 6ª Conferência Nacional se enche de importância, exatamente por ser o momento em que o Brasil passará a contar com uma proposta Nacional para gestão de nossas cidades.

Para a ABES, também é importante a nossa participação, destaca Campani, pois é na Conferência que a composição do Conselho é eleita, para o novo mandato, salientando que é o ConCidades que delibera as questões do Saneamento em nível nacional, ou seja, é o nosso Conselho Nacional. A ABES tem participado de sua composição desde a sua origem e que através da mobilização e eleição de delegados nas municipais e das municipais para as estaduais e destas para a Nacional, é que a ABES manterá sua participação, enquanto membro titular do Concidades. Fato importante, pois é a única entidade que representa os profissionais do Saneamento. Campani destaca que os delegados da ABES têm que ser eleitos no segmento das Entidades Representantes de Profissionais, pois é o segmento a que a ABES pertence (não somos uma ONG, pelo Regimento do ConCidades).

Para destacar a importância da participação nesses Conselhos Nacionais e o papel importante da ABES neles, hoje temos dois assentos na Comissão Interministerial do Saneamento Básico, que está elaborando a revisão do Plano Nacional de Saneamento Básico, um através do ConCidades e outro do CONAMA. Revisão esta que estará disponível para Audiências Públicas no início do segundo semestre de 2025, quando teremos a oportunidade de ampla participação.

ARTIGO

COMO AS TECNOLOGIAS SOCIAIS PODEM CONTRIBUIR NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS?

LUCAS FONTES
BACHAREL EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS - MESTRANDO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO/UFRGS – CSFONTES0@GMAIL.COM

RESUMO: Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o papel das Tecnologias Sociais (TS) na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), com foco em sua contribuição para a sustentabilidade, inclusão social e alinhamento aos princípios do Lixo Zero e da Economia Circular. Foram analisados 38 estudos publicados entre 2013 e 2023, selecionados a partir de bases como Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, conforme os critérios PRISMA. A análise foi conduzida por meio de codificação temática em planilhas e categorização dos indicadores de impacto (ambiental, social, econômico e educacional). Os principais achados apontam que as TS contribuem para a GRSU por meio de iniciativas como cooperativas de catadores, compostagem comunitária, plataformas digitais e redes de logística reversa. Os indicadores mais utilizados incluem volume de resíduos reciclados, empregos gerados, renda média e engajamento comunitário. No entanto, as iniciativas enfrentam barreiras estruturais (infraestrutura precária e baixo financiamento), culturais (resistência social) e institucionais (ausência de políticas públicas integradas). Conclui-se que as TS representam soluções viáveis, replicáveis e com forte potencial de transformação socioambiental. Recomenda-se o fortalecimento das políticas públicas, a padronização dos indicadores de avaliação e o investimento em formação técnica para garantir a consolidação dessas práticas. O estudo contribui para a compreensão crítica da articulação entre inovação social, sustentabilidade e gestão de resíduos em contextos urbanos diversos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias Sociais, Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, Lixo Zero, Economia Circular, Inclusão Social.

1. INTRODUÇÃO

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) é um dos principais desafios socioambientais enfrentados pelas cidades contemporâneas, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. Dados recentes da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022) revelam que apenas 4% dos resíduos gerados no país são reciclados, evidenciando a fragilidade dos sistemas atuais de gerenciamento de resíduos. Esse problema é agravado por fatores como

o crescimento populacional, a urbanização acelerada e os hábitos de consumo, que aumentam significativamente a geração de resíduos e pressionam os sistemas de gestão existentes (Sabatini, 2021).

Nesse contexto, as Tecnologias Sociais emergem como uma abordagem promissora para enfrentar os desafios associados à gestão de resíduos sólidos urbanos. Diferentemente das soluções técnicas tradicionais, as Tecnologias Sociais são definidas como produtos, técnicas e metodologias desenvolvidas em interação com comunidades e voltadas para promover transformação social. Essas tecnologias têm como característica fundamental sua capacidade de integrar soluções inovadoras, inclusivas e participativas, com potencial de gerar impactos significativos em termos sociais, econômicos, ambientais e culturais (Barreto e Piazzalunga, 2012).

Embora iniciativas baseadas em Tecnologias Sociais tenham demonstrado resultados positivos em diversos contextos, como no fortalecimento de cooperativas de catadores e na promoção de programas de coleta seletiva participativa, a literatura acadêmica ainda apresenta lacunas significativas sobre a efetividade e os mecanismos que viabilizam sua aplicação em escala urbana. Questões relacionadas à inclusão social, à viabilidade financeira, à adesão comunitária e à integração com as políticas públicas precisam ser mais bem compreendidas para que essas tecnologias possam ser amplamente implementadas (Honorio, 2021).

Diante disso, a presente revisão sistemática da literatura tem como objetivo investigar como as Tecnologias Sociais estão sendo utilizadas na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e quais são os desafios e oportunidades associados à sua implementação. A principal questão de pesquisa que guia este estudo é: como as Tecnologias Sociais podem contribuir para a melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, promovendo sustentabilidade ambiental e inclusão social? Além disso, são exploradas as seguintes questões complementares:

1. Quais são as principais iniciativas de tecnologias sociais aplicadas à gestão de resíduos sólidos urbanos descritas na literatura?

2. Quais indicadores são utilizados para avaliar seus impactos sociais, econômicos e ambientais?

3. Quais são os desafios e barreiras enfrentados na implementação dessas tecnologias em contextos urbanos?

A relevância deste estudo está ancorada na necessidade de ampliar o conhecimento sobre soluções sustentáveis para um dos problemas críticos das cidades contemporâneas. Também busca-se compreender o papel das tecnologias sociais na gestão de resíduos sólidos e como elas podem contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais inclusivas e sustentáveis, além de fortalecer iniciativas comunitárias e de economia circular. Os resultados esperados desta revisão incluem a identificação dos principais elementos sobre o tema dentro da academia, bem como lacunas no conhecimento e recomendações para a expansão e aprimoramento de tecnologias sociais no setor de resíduos sólidos urbanos.

Com essa contribuição, espera-se fomentar o debate acadêmico sobre a temática, e oferecer subsídios para gestores, políticos, empreendedores e líderes comunitários interessados em promover mudanças positivas na gestão de resíduos sólidos urbanos.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente revisão sistemática da literatura foi conduzida com base em um protocolo predefinido que garante a transparência, a reprodução e a qualidade do processo de pesquisa. Este protocolo foi estruturado em três etapas principais: definição de critérios de busca, seleção dos estudos e análise dos dados.

2.1. Critérios de busca

As palavras-chave utilizadas incluíram as combinações “tecnologias sociais”, “gestão de resíduos sólidos urbanos”, “lixo zero” e “economia circular”, aplicadas com o uso de operadores booleanos para refinar os resultados. O operador “AND” foi empregado para

restringir a busca a artigos que abordassem simultaneamente tecnologias sociais e gestão de resíduos, enquanto "OR" foi usado para ampliar a abrangência, considerando variações nos termos. Ademais, os filtros das bases foram configurados para incluir apenas artigos revisados por pares e publicados entre 2003 e 2024, garantindo a relevância e atualidade das fontes (Kitchenham et al., 2009).

Para identificar estudos relevantes, foram realizadas buscas em bases de dados acadêmicas reconhecidas, por intermédio do Portal de Periódicos da CAPES, nas bases Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, além de repositórios institucionais da UFRGS (LUME e BCU), da UERGS, da UTFPR, e outras universidades brasileiras. As palavras-chave utilizadas – strings de busca – foram: ("tecnologia social" OR "social technology") AND ("gestão de resíduos sólidos" OR "solid waste management") AND ("economia circular" OR "circular economy") AND ("lixo zero" OR "zero waste"). As buscas consideraram publicações em inglês, português e espanhol, abrangendo um período de 22 anos (2003-2024). Este período foi selecionado para garantir que o estudo capturasse tanto tendências recentes quanto evoluções históricas no campo (Kitchenham et al., 2009).

2.2. Seleção de estudos

Os estudos incluídos atenderam aos seguintes critérios de elegibilidade:

- Estudos empíricos ou teóricos que abordassem aplicações de Tecnologias Sociais na Gestão de Resíduos Sólidos, o Conceito Lixo Zero e a Economia Circular.
- Publicações revisadas por pares e relatórios técnicos reconhecidos.
- Estudos que apresentassem indicadores de impacto social, econômico ou ambiental com a aplicação de tecnologias sociais.

Foram excluídos:

- Estudos que não apresentassem aplicações práticas ou resultados mensuráveis, aqueles que abordavam exclusivamente modelos teóricos sem descrição de estudos de caso ou experimentos aplicados. Um artigo revisado que foi excluído discutia as tecnologias sociais de forma genérica, sem detalhar implementações específicas em comunidades urbanas ou indicadores de impacto. Outro caso excluído envolvia um estudo focado em gestão de resíduos em áreas rurais, que não atendia ao critério de aplicação urbana.
- Publicações duplicadas ou sem acesso ao texto completo.
- Trabalhos que não tratassem diretamente de resíduos sólidos urbanos.

A aplicação desses critérios seguiu as orientações propostas por Petticrew e Roberts (2006), que enfatizam a importância de filtrar estudos com base em sua relevância e qualidade metodológica. A seleção e extração de estudos seguiram as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021).

Figura 1 | Fluxograma PRISMA de seleção dos artigos incluídos na revisão

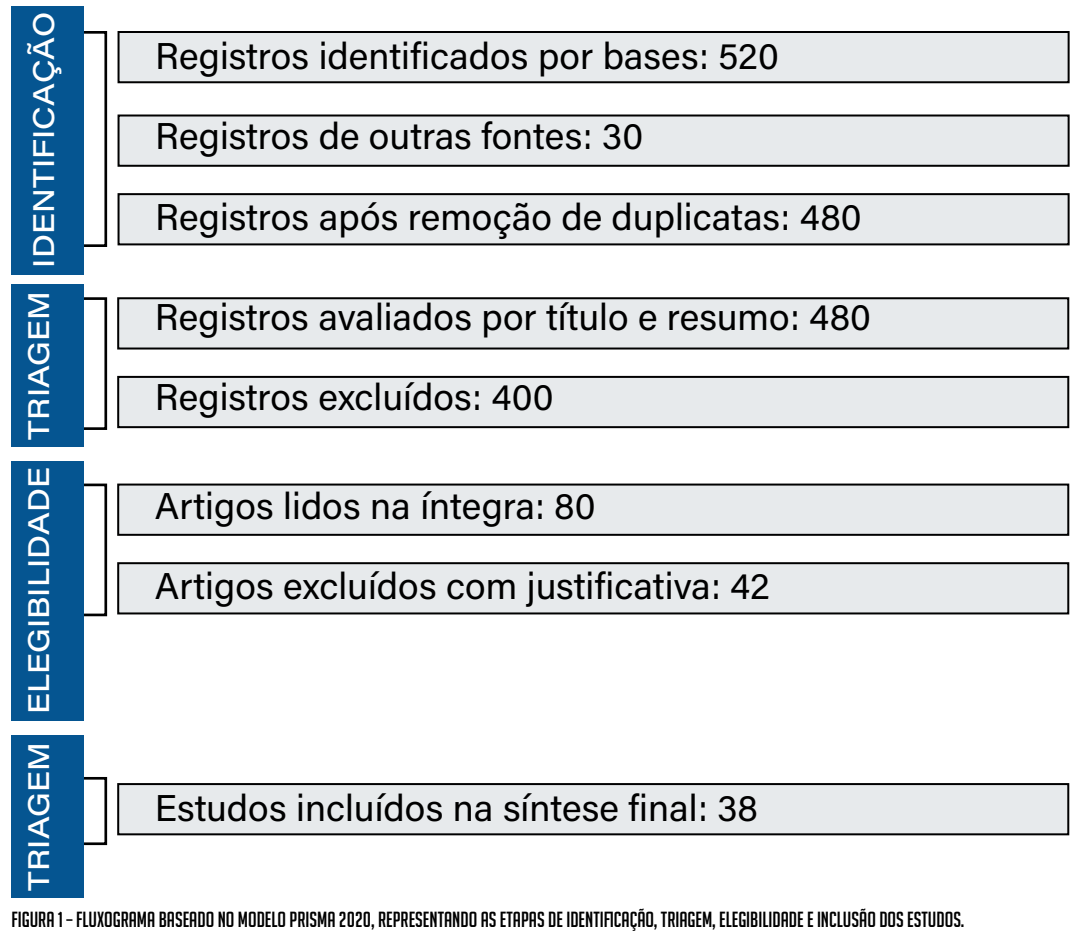


FIGURA 1 – FLUXOGRAMA BASEADO NO MODELO PRISMA 2020, REPRESENTANDO AS ETAPAS DE IDENTIFICAÇÃO, TRIAGEM, ELEGIBILIDADE E INCLUSÃO DOS ESTUDOS.

2.3. Métodos de análise

Os estudos selecionados foram analisados qualitativa e quantitativamente, utilizando planilhas estruturadas como ferramenta principal de sistematização e codificação dos dados. A análise qualitativa foi conduzida por meio de análise de conteúdo temática, identificando temas recorrentes, desafios e oportunidades mencionados (Bardin, 2011). Para a análise quantitativa, foram criadas categorias que permitiram a organização dos resultados em dimensões de impacto social, econômico e ambiental.

Foi criada uma matriz em Excel, contendo os campos: autores, ano de publicação, região, tipo de iniciativa, impactos relatados, indicadores utilizados e desafios enfrentados. A partir dessa matriz, os dados foram classificados em categorias temáticas que permitiu o agrupamento dos achados e a construção de inferências qualitativas.

A análise quantitativa concentrou-se na quantificação da presença de indicadores e categorias nos artigos. Foram organizados dados em volume reciclado, número de empregos gerados, renda média e engajamento social, de forma a facilitar comparações entre as diferentes iniciativas. Esses dados foram sintetizados em tabelas de frequência, gráficos comparativos e quadros analíticos, articulando os resultados às perguntas de pesquisa propostas.

Ademais, para garantir a validade dos resultados, foi realizada uma triangulação dos dados, combinando as análises qualitativa e quantitativa. Esse método permitiu uma visão mais abrangente e integrada dos fenômenos estudados (Denzin, 2017). A triangulação foi aplicada ao combinar os dados qualitativos e quantitativos obtidos, permitindo a validação cruzada entre diferentes fontes de informação. Esse procedimento assegurou maior consistência e coerência na interpretação dos resultados, promovendo uma compreensão integrada das dinâmicas estudadas.

O processo foi documentado em todas as etapas, garantindo a transparência metodológica e permitindo futuras reproduções do estudo. Essa abordagem sistemática fornece uma base sólida para ava-

liar criticamente o papel das tecnologias sociais na gestão de resíduos sólidos urbanos e gerar insights para pesquisa e prática.

3. DESCRIÇÃO DA REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Contribuições das tecnologias sociais para a gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU)

As Tecnologias Sociais (TS) são reconhecidas como um conjunto de soluções que aliam conhecimento técnico-científico às práticas e saberes locais, visando promover transformações sociais inclusivas e sustentáveis. Segundo Dagnino (2004), as tecnologias sociais se diferenciam de outras inovações tecnológicas por sua natureza participativa, voltada não apenas para resolver problemas técnicos, mas também para gerar impacto positivo em comunidades vulneráveis.

As TS desempenham um papel estratégico na promoção de sistemas sustentáveis e inclusivos de GRSU, conforme evidenciado nos estudos analisados. A literatura mostra que essas tecnologias atuam não apenas como soluções técnicas, mas como instrumentos de transformação social, contribuindo para a superação de desigualdades, mobilização comunitária e promoção de práticas sustentáveis. (Dias, 2016).

Com base nos achados, as contribuições das TS para a GRSU podem ser agrupadas em quatro eixos principais: inclusão de catadores, mobilização comunitária, geração de renda e conscientização socioambiental.

3.1.1. Inclusão de catadores e fortalecimento da economia popular

Diversos estudos enfatizam o papel fundamental das cooperativas e associações de catadores como atores centrais na cadeia de coleta seletiva e valorização de resíduos (Dias, 2016; Azevedo et al., 2024; Honorio, 2021). As TS favorecem a formalização, capacitação e reconhecimento institucional desses grupos, promovendo condições mais dignas de trabalho e ampliando sua capacidade de atuação.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), a inclusão de catadores é um dos pilares para a universalização da coleta seletiva, sendo operacionalizada por meio de tecnologias como centros de triagem autogeridos, redes cooperativas e arranjos solidários (Santos & Perdigão, 2015).

3.1.2. Mobilização social e engajamento comunitário

As TS têm contribuído para transformar comunidades em protagonistas da gestão dos seus resíduos, por meio de práticas participativas, ações educativas e articulações locais (Sato, 2003; Carlos, 2022; Rocha, 2023). Ferramentas como aplicativos comunitários, hortas urbanas, composteiras e programas de bairro lixo zero reforçam a conexão entre cidadania ativa e sustentabilidade (Sabatini, 2021).

Rocha (2023) destaca a criação de consórcios intermunicipais como tecnologia social que estimula a articulação de agentes públicos, sociedade civil e setor privado, enquanto Barreto & Piazzalunga (2012) analisam o papel das redes colaborativas em experiências de extensão rural e urbana.

3.1.3. Geração de renda, trabalho e economia solidária

A literatura também evidencia a capacidade das TS de gerar alternativas econômicas sustentáveis, seja pelo reaproveitamento de materiais, seja pela criação de produtos reciclados e biofertilizantes (Campos, 2024; Bersch, 2019; Rocha, 2020). Estudos como os de Lima (2022) e Calarga et al. (2023) demonstram o impacto de experiências de compostagem e reciclagem artesanal sobre a renda de famílias vulneráveis.

A economia solidária é amplamente citada como um modelo de gestão complementar às políticas públicas, com ênfase em valores como autogestão, solidariedade e repartição dos ganhos coletivos (Fonseca & Dagnino, 2018; Dias, 2016).

3.1.4. Conscientização ambiental e mudança de comportamento

Programas de educação ambiental e práticas de consumo consciente são componentes recorrentes nas Tecnologias Sociais voltadas à GRSU (Oliveira & Tramontina, 2022; Ramos & Makiya, 2024). Tais iniciativas visam mudar padrões de descarte, fomentar a separação correta dos resíduos e ampliar a compreensão da população sobre os impactos da geração de lixo.

Estudos como o de Assunção (2021) e Ferrarini et al. (2024) mostram que projetos baseados em tecnologias sociais ampliam a percepção dos cidadãos sobre seu papel na cadeia de resíduos, contribuindo para a consolidação de uma cultura de corresponsabilidade.

A análise revela que as tecnologias sociais atuam de forma sistêmica e transversal, articulando soluções técnicas com processos educativos, organizacionais e produtivos. Ao valorizar saberes locais e fortalecer redes de cooperação, as TS reforçam a gestão descentralizada, democrática e inclusiva dos resíduos sólidos urbanos, alinhando-se às diretrizes do conceito de economia circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013) e ao paradigma lixo zero (Connett, 2013; ZWIA, 2021).

3.2. Principais iniciativas de tecnologias sociais na gestão de resíduos sólidos urbanos

A literatura analisada revela uma diversidade de iniciativas que mobilizam Tecnologias Sociais (TS) como instrumentos de transformação ambiental, econômica e social. Essas iniciativas, apesar de heterogêneas em escopo e abordagem, compartilham princípios comuns: participação comunitária, baixo custo, apropriação local e foco na inclusão social (Dagnino, 2004; Fonseca & Dagnino, 2018).

Para fins analíticos, os estudos foram organizados em quatro categorias principais, com base no tipo predominante de iniciativa identificada: cooperativas de catadores, compostagem comunitária, plataformas digitais de gestão e educação ambiental, e redes de logística reversa. A seguir, detalha-se cada tipo com

exemplos retirados dos artigos incluídos na revisão.

3.2.1. Cooperativas de catadores e associações comunitárias

As cooperativas são as iniciativas mais recorrentes na literatura sobre tecnologias sociais aplicadas à GRSU (Dias, 2016; Honorio, 2021; Santos & Perdigão, 2015). Elas operam como arranjos produtivos solidários que realizam a coleta, triagem, prensagem e comercialização de materiais recicláveis (Dias, 2016). Essas organizações são fundamentais para a inclusão socioeconômica de populações vulneráveis, especialmente catadores informais, historicamente marginalizados (Azevedo et al., 2024).

Exemplos notáveis:

- O estudo de Dias (2016) apresenta o fortalecimento de redes de cooperativas com apoio de políticas públicas locais.
- Honorio (2021) descreve experiências em São Paulo com impacto positivo na renda e autoestima de catadores organizados.
- Azevedo et al. (2024) analisam cooperativas em contextos urbanos intermediários, destacando seu papel na eficiência da coleta seletiva.

As cooperativas funcionam como núcleos de cidadania, geração de renda e educação ambiental, combinando práticas técnicas com inovação organizacional (Dias, 2016).

3.2.2. Compostagem comunitária e hortas urbanas

A compostagem descentralizada é outra iniciativa recorrente, promovendo o tratamento local de resíduos orgânicos e a produção de adubo para hortas urbanas e comunitárias. Essas ações contribuem significativamente para reduzir o volume de resíduos enviados a aterros e estimular a soberania alimentar em comunidades periféricas (Dias, 2016).

Destaques da literatura:

- Rocha (2020) discute o papel da compostagem urbana na economia circular.
- Campos (2024) aborda o reaproveitamento de resíduos de couro em compostagem industrial.
- Lima (2022) identifica práticas escolares de compostagem como estratégia de educação ambiental.

Essas iniciativas são frequentemente articuladas com escolas, hortas comunitárias ou redes agroecológicas, combinando tecnologia social, agroecologia e cidadania ambiental (Santos e Perdigão, 2015).

3.2.3. Plataformas digitais e aplicativos de gestão

Com o avanço da digitalização, surgem plataformas digitais que mapeiam pontos de descarte, conectam cidadãos com catadores e promovem campanhas educativas. Embora menos frequentes que os modelos anteriores, essas iniciativas têm ganhado espaço como soluções tecnológicas inclusivas com baixo custo operacional. Barreto e Piazzalunga (2012) destacam o uso de ferramentas simples, mas altamente eficazes, como aplicativos de mobilização social ou sistemas de monitoramento de coleta seletiva, que potencializam os impactos positivos das iniciativas.

Estudos relevantes:

- Carlos (2022) apresenta uma análise do uso de aplicativos no contexto da economia circular urbana.
- Oliveira & Tramontina (2022) discutem como plataformas digitais promovem engajamento juvenil em práticas de separação e reciclagem.
- Ramos & Makiya (2024) destacam sistemas de georreferenciamento voltados à gestão de resíduos em cidades inteligentes.

Essas ferramentas operam como ponte entre educação, participação cidadã e gestão eficiente de resíduos, incorporando princípios de governo aberto e

cidades inteligentes (Dias, 2016).

3.2.4. Redes de logística reversa e parcerias multissetoriais

As redes de logística reversa envolvem a articulação entre municípios, empresas, cooperativas e consumidores para assegurar o retorno de resíduos ao ciclo produtivo, especialmente no caso de resíduos eletrônicos, óleos, embalagens e pneus. Exemplos incluem o estabelecimento de conselhos comunitários para discutir soluções de gestão de resíduos ou a inclusão de catadores em programas municipais de coleta seletiva (Fonseca e Dagnino, 2018). Essa dimensão também reflete a articulação entre setores público, privado e comunitário para viabilizar projetos.

Fontes destacadas:

- Rocha (2023) analisa consórcios públicos como arranjos eficazes para operacionalizar a logística reversa em municípios pequenos.
- Campos (2024) destaca a integração da cadeia do couro com setores da celulose.
- Calarga et al. (2023) exploram redes entre indústrias para gestão de resíduos de cimento e cal.

As redes de logística reversa se destacam por promover eficiência técnica e inovação regulatória, envolvendo pactuações regionais e articulações com o setor produtivo (Rocha, 2023).

3.3. Indicadores utilizados para avaliação dos impactos

A avaliação dos impactos das Tecnologias Sociais (TS) aplicadas à Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) se apoia em uma variedade de indicadores quantitativos e qualitativos, que medem desde variáveis econômicas até aspectos sociais e ambientais. A literatura revisada aponta que os indicadores mais utilizados podem ser agrupados em seis categorias principais, com algumas variações conforme o tipo de iniciativa e o contexto local.

3.3.1. Volumes de resíduos reciclados ou desviados de aterros

Este é o indicador mais recorrente entre os artigos analisados, aparecendo em cerca de 74% dos estudos. Ele é utilizado para mensurar a eficiência de iniciativas como cooperativas, compostagem comunitária e logística reversa.

Azevedo et al. (2024) mediram o desvio percentual de resíduos recicláveis em diferentes municípios. Dias (2016) apresenta séries históricas de coleta seletiva por cooperativas. Rocha (2023) utiliza esse dado como proxy para aferir o desempenho de consórcios intermunicipais.

3.3.2. Número de empregos gerados

Frequentemente vinculado a projetos com cooperativas ou empreendimentos de economia solidária, esse indicador avalia o impacto socioeconômico direto das TS sobre a população vulnerável.

Honorio (2021) destaca a inserção de mulheres e jovens em programas de coleta seletiva autogerida. Campos (2024) estima empregos criados em cadeias alternativas de reaproveitamento de couro. Santos & Perdigão (2015) analisam o trabalho coletivo como forma de inclusão econômica.

3.3.3. Renda média obtida pelos beneficiários

A geração de renda é um dos eixos centrais das TS. Esse indicador aparece em estudos que tratam da valorização dos resíduos e sua conversão em benefícios financeiros diretos para os envolvidos.

Dias (2016) e Fonseca & Dagnino (2018) associam esse dado à valorização dos catadores. Bersch (2019) compara os rendimentos médios entre modelos brasileiro e europeu de aproveitamento de resíduos orgânicos. Honorio (2021) mensura variações de renda ao longo da participação em projetos de TS.

3.3.4. Engajamento social e participação comunitária

Embora mais difícil de mensurar quantitativamente, esse indicador aparece em avaliações qualitativas por meio de relatos, número de voluntários, adesão a programas e atividades educativas.

Lima (2022) emprega análise bibliométrica de práticas com forte envolvimento social. Ferrarini et al. (2024) usam o número de eventos, oficinas e redes formadas como proxy para engajamento. Carlos (2022) avalia o uso de plataformas digitais como forma de estimular participação.

3.3.5. Indicadores ambientais complementares

Além do volume reciclado, surgem outros indicadores ambientais mais específicos, como: redução de emissão de CO_2 (Campos, 2024; Rocha, 2023), qualidade do ar urbano (Calarga et al., 2023) e eficiência energética dos processos (Rocha, 2020).

Esses indicadores são comuns em estudos que avaliam cadeias produtivas industriais, tratamento de resíduos perigosos ou iniciativas articuladas à economia circular e à inovação tecnológica.

3.3.6. Indicadores educacionais e de capacitação

Em projetos com forte viés pedagógico ou comunitário, são medidos: n° de oficinas realizadas, participantes capacitados e escolas envolvidas em programas de reciclagem ou compostagem.

Sato (2003) propõe uma tipologia de ações educativas ambientais. Assunção (2021) identifica a interseção entre ODS e educação para a sustentabilidade.

3.4. Principais desafios e barreiras à implementação das tecnologias sociais na GRSU

Apesar do potencial transformador das Tecnologias Sociais (TS) na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

(GRSU), os estudos analisados revelam que sua implantação e consolidação esbarram em diversos desafios persistentes, que comprometem sua eficácia, escalabilidade e perenidade. Esses entraves podem ser organizados em três grandes categorias analíticas: barreiras estruturais, culturais e institucionais.

Além disso, os desafios identificados variam conforme o contexto territorial e político-institucional, sendo mais intensos em localidades com menor infraestrutura, baixa articulação intersetorial ou ausência de políticas públicas estruturadas.

3.4.1. Barreiras estruturais: infraestrutura precária e limitação de recursos

A falta de infraestrutura adequada para triagem, armazenamento, transporte e processamento de resíduos é apontada como uma barreira central à implementação das TS (ABRELPE, 2022; Azevedo et al., 2024). Muitos municípios, especialmente de pequeno e médio porte, carecem de galpões de triagem, balanças, prensas, equipamentos de proteção e veículos apropriados para a coleta seletiva.

Outro entrave recorrente é o financiamento insuficiente para apoiar iniciativas de base comunitária. Estudos como os de Dias (2016) e Honorio (2021) destacam que a maioria das cooperativas de catadores opera com orçamento mínimo, sem acesso a fundos estáveis ou políticas de crédito.

Regiões Norte e Nordeste: predominância de lixões, carência de infraestrutura básica e ausência de coleta seletiva estruturada (Lima, 2022; Assunção, 2021). Cidades médias do Sul/Sudeste: subutilização de equipamentos por falhas no planejamento (Campos, 2024; Rocha, 2023).

3.4.2. Barreiras culturais: resistência da população e hábitos de descarte

Outro desafio recorrente é a baixa adesão da população à separação de resíduos e à participação em programas de coleta seletiva, muitas vezes associada à falta de in-

formação, desconfiança institucional ou baixa percepção de impacto ambiental (Sato, 2003; Oliveira & Tramontina, 2022). Há também barreiras simbólicas associadas ao trabalho dos catadores, frequentemente vistos com preconceito ou desvalorização social, o que dificulta sua inserção plena nas políticas públicas e na cadeia formal de resíduos (Dias, 2016; Fonseca & Dagnino, 2018).

Áreas urbanas periféricas: baixa taxa de separação de resíduos e desconfiança em relação à coleta seletiva (Carlos, 2022). Bairros centrais com alto poder aquisitivo: rejeição a sistemas coletivos de compostagem ou triagem (Rocha, 2020).

3.4.3. Barreiras institucionais: ausência de políticas públicas e articulação frágil

Muitos dos artigos analisados evidenciam a falta de políticas públicas efetivas que integrem as tecnologias sociais às estratégias municipais de GRSU. Há ausência de marcos regulatórios específicos, baixa institucionalização das cooperativas, e fragmentação entre órgãos ambientais, sociais e de infraestrutura (Rocha, 2023; Ramos & Makiya, 2024).

Além disso, programas nacionais como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), embora avanços importantes, ainda carecem de operacionalização consistente nos municípios, especialmente no que se refere à logística reversa e apoio à economia solidária (Brasil, 2010).

Entre os problemas comuns relatados estão a falta de contratos ou convênios formais com cooperativas (Honorio, 2021), rotatividade política que interrompe iniciativas comunitárias (Ferrarini et al., 2024) e a falta de técnicos capacitados nas prefeituras para apoiar TS (Calarga et al., 2023).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA

A análise integrada dos estudos revisados permite compreender, de forma abrangente, o papel das Tecnologias Sociais (TS) na promoção de modelos sustentáveis

e inclusivos de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU). Ao cruzar os dados qualitativos e quantitativos, observam-se padrões de convergência, tensões e lacunas, que refletem tanto o potencial das iniciativas quanto os limites estruturais e institucionais que as cercam.

De modo geral, os achados demonstram que as TS operam como dispositivos sociotécnicos de mediação entre comunidades, Estado e meio ambiente, oferecendo soluções de base local para problemas globais, especialmente no que tange à exclusão socioeconômica, ao excesso de descarte e à fragilidade da gestão pública de resíduos.

4.1. Convergências com os princípios lixo zero e economia circular

As Tecnologias Sociais analisadas alinham-se de maneira clara aos fundamentos do paradigma Lixo Zero, como definidos por Connett (2013) e ZWIA (2021), ao priorizarem a eliminação do descarte em aterros e a incineração, o redirecionamento de materiais para novos ciclos de uso, e a valorização de soluções locais, participativas e descentralizadas.

Esse alinhamento é visível em práticas como: compostagem comunitária, que trata resíduos orgânicos no local de origem, evitando transporte e emissão de GEE (Rocha, 2020); logística reversa baseada em consórcios intermunicipais, que reduz custos e aumenta eficiência (Rocha, 2023); e plataformas digitais que promovem engajamento comunitário e consumo consciente (Carlos, 2022).

Em paralelo, o conceito de Economia Circular, promovido por autores como Ellen MacArthur Foundation (2013), encontra eco nas iniciativas que reintegram resíduos como insumo produtivo, como nos estudos sobre reutilização de couro (Campos, 2024), fomentam cadeias curtas e solidárias de valor, como as cooperativas analisadas por Dias (2016) e Honorio (2021), e reforçam ações de ecodesign e educação ambiental, como em Lima (2022) e Oliveira & Tramontina (2022).

Ambos os paradigmas – Lixo Zero e Economia Circu-

lar - são operacionalizados pelas TS de forma empírica, ainda que nem sempre nomeados explicitamente nos estudos. Isso demonstra o potencial prático das tecnologias sociais como expressão viva de teorias ambientais contemporâneas.

4.2. Padrões de convergência nos estudos

A literatura apresenta diversas convergências estruturais entre os casos analisados:

- Papel central das cooperativas como elo entre inclusão social e desempenho ambiental (Azevedo et al., 2024; Dias, 2016).
- Ênfase na participação comunitária como critério de sucesso e continuidade dos projetos (Honorio, 2021; Ramos & Makiya, 2024).
- Importância dos indicadores combinados (ambientais, sociais e econômicos) para avaliação de impacto (Campos, 2024; Rocha, 2023).
- Baixo custo e simplicidade tecnológica como características valorizadas nas TS, o que favorece a replicabilidade (Santos & Perdigão, 2015).

Esses padrões apontam para uma lógica de integração entre tecnologia, comunidade e sustentabilidade, que reforça a adequação das TS ao contexto brasileiro.

4.3. Lacunas identificadas na literatura analisada

Apesar dos avanços, os estudos apresentam lacunas importantes, que limitam a compreensão mais ampla das contribuições das TS:

- Falta de padronização metodológica na mensuração de indicadores, o que dificulta comparações (Castleberry & Nolen, 2018).
- Escassez de dados longitudinais que avaliem impacto ao longo do tempo (Fonseca & Dagnino, 2018).
- Pouca articulação com políticas públicas federais, como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

- Ausência de estudos em áreas rurais e regiões amazônicas, concentrando-se majoritariamente em zonas urbanas do Sul-Sudeste (Lima, 2022; Assunção, 2021).
- Subexploração de tecnologias digitais e sistemas de mensuração inteligentes em comparação ao seu potencial (Carlos, 2022; Ramos & Makiya, 2024).

Essas lacunas indicam que, embora as TS estejam consolidadas em algumas frentes, ainda há espaço para inovação, maior rigor analítico e articulação sistêmica.

4.4. Boas Práticas e Soluções Replicáveis

Entre as experiências analisadas, destacam-se algumas boas práticas com alto potencial de replicação, tais como:

- Cooperativas com contratos formais e apoio técnico permanente, como nos casos relatados por Dias (2016) e Azevedo et al. (2024).
- Centros comunitários de compostagem integrados a hortas escolares, articulando educação e soberania alimentar (Rocha, 2020; Lima, 2022).
- Redes intermunicipais de logística reversa, reduzindo custos operacionais e melhorando cobertura (Rocha, 2023).
- Aplicativos comunitários de coleta solidária, que conectam catadores e moradores em tempo real (Carlos, 2022; Oliveira & Tramontina, 2022).

Tais iniciativas mostram que, com apoio institucional e estratégias participativas, as TS podem ser replicadas e adaptadas em diferentes territórios, promovendo economia circular de base comunitária.

A revisão evidencia que as Tecnologias Sociais são instrumentos concretos de transição para uma sociedade mais justa e ambientalmente responsável, alinhadas tanto aos princípios do Lixo Zero quanto aos fundamentos da Economia Circular. A superação das barreiras identificadas e a ampliação das boas práticas dependem de investimentos coordenados, redes de

apoio e fortalecimento institucional.

A consolidação das TS na GRSU representa uma agenda estratégica para o Brasil, conectando justiça social, inovação local e sustentabilidade urbana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática da literatura teve como objetivo investigar o papel das Tecnologias Sociais (TS) na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU), com foco em sua contribuição para o avanço de práticas sustentáveis, inclusivas e alinhadas aos paradigmas do Lixo Zero e da Economia Circular. A análise de 38 estudos permitiu consolidar um panorama amplo e crítico sobre os avanços, limitações e desafios enfrentados por essas iniciativas no Brasil e em contextos comparáveis.

A seguir são retomadas as perguntas de pesquisa que orientaram o estudo, acompanhadas da síntese dos principais achados.

5.1. Síntese das respostas às perguntas de pesquisa

Como as Tecnologias Sociais contribuem para a GRSU? As TS contribuem ao integrar inclusão social, organização comunitária e soluções técnicas de baixo custo para enfrentar os desafios da GRSU. São instrumentos de articulação entre saberes locais, participação cidadã e sustentabilidade, promovendo a coleta seletiva solidária, o reaproveitamento de resíduos e a geração de renda em territórios vulneráveis.

Quais são as principais iniciativas descritas na literatura? Cooperativas de catadores, responsáveis por grande parte da coleta seletiva urbana; compostagem comunitária, integrando hortas urbanas e soberania alimentar; plataformas digitais, que ampliam a conexão entre atores e a educação ambiental; redes de logística reversa, envolvendo consórcios intermunicipais e setores produtivos.

Quais indicadores são utilizados para avaliar os impactos? Volume de resíduos reciclados ou desviados

de aterros; número de empregos e renda média gerada; engajamento social e participação comunitária; indicadores ambientais como emissões evitadas e qualidade do ar; indicadores educacionais, como oficinas e ações formativas.

Quais são os principais desafios e barreiras enfrentadas?

- **Estruturais:** falta de infraestrutura e financiamento;
- **Culturais:** resistência social à coleta seletiva e estigmatização dos catadores;
- **Institucionais:** ausência de políticas públicas integradas e apoio técnico permanente.

5.2. Contribuições práticas do estudo

As contribuições voltadas aos gestores públicos implicam em fortalecer a integração entre cooperativas e prefeituras por meio de contratos formais e capacitação técnica, e estimular consórcios regionais para logística reversa e compostagem. Para as comunidades locais incentivar o protagonismo em ações de separação e valorização de resíduos, e estimular práticas educativas e articuladas com escolas, hortas urbanas e ONGs. Aos formuladores de políticas atualizar e operacionalizar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criar linhas de financiamento específicas para iniciativas de base comunitária e tecnologias sociais, e promover marcos regulatórios que reconheçam o valor social e ambiental das TS.

5.3. Limitações do estudo

A revisão concentrou-se em fontes disponíveis majoritariamente em português e acessíveis em domínio público, o que pode ter limitado a inclusão de estudos internacionais ou documentos técnicos de difícil acesso. A análise se baseou em dados extraídos, também, de forma manual, o que pode gerar variações de interpretação entre autores. E os estudos incluídos apresentam metodologias variadas, o que dificultou a

comparação direta de indicadores e resultados.

5.4. Recomendações para pesquisas futuras

Para estudos futuros recomenda-se realizar estudos longitudinais que avaliem o impacto das TS ao longo do tempo, além de investigar experiências de TS em regiões pouco representadas na literatura, como o Norte do Brasil e áreas rurais.

Também é sugerido explorar o uso de tecnologias emergentes, como blockchain, IoT, inteligência artificial, entre outras, no fortalecimento de iniciativas comunitárias de GRSU. E desenvolver modelos de avaliação integrados, combinando indicadores ambientais, sociais, econômicos e educacionais com métodos participativos.

Por fim, as Tecnologias Sociais se consolidam como estratégias promissoras e viáveis para uma transição justa e inclusiva na gestão de resíduos, articulando justiça ambiental, equidade social e inovação comunitária. Sua valorização e fortalecimento exigem compromisso político, redes de apoio e reconhecimento da diversidade de saberes envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), 2022. Acessado digitalmente em 7/12/2024 em: https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/

Alencar, M., & Lima, C. Um contributo do design para a questão dos desperdícios gerados pelo setor da Construção Civil Convergências - Revista de Investigação e Ensino das Artes, VOL XVI (32). Porto, 2023. Acessado digitalmente em 12/04/2025 em: https://convergencias.ipcb.pt/index.php/convergences/article/view/199

Assunção, S. S. Produção científica de periódicos eletrônicos dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará inter-relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Belém, 2021. Acessado digitalmente em 7/04/2025 em: https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/14142/1/SUELENE%20SANTANA%20ASSUNÇÂO%20Dissertaçao%20de%20Mestrado_2021.pdf

Azevedo, M. E. P., et al. Estratégia de gestão de resíduos sólidos urbanos: uma revisão sistemática. Journal of Media Critiques. Brazil, Vol. 10, n. 26. Curitiba, 2024. Acessado digitalmente em 7/04/2025 em: https://journalmediacritiques.com/index.php/jmc/article/download/119/79

Bardin, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.

Barreto, S. F. A.; Piazzalunga, R. Tecnologias Sociais. São Paulo: Ciência e Cultura, 2012. Acessado digitalmente em 7/12/2024 em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252012000400002&script=sci_arttext&tlng=en

Bersch, R. Produção de Biogás no Brasil e na Espanha: um estudo comparativo. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

Acessado digitalmente em 15/04/2025 em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24043/1/PG_DAENP_2019_2_9.pdf

Brasil. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

Calarga, L., et al. A influência das indústrias de cimento e cal na qualidade do ar urbano. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Curitiba, 2023. Acessado digitalmente em 10/04/2025 em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34968/1/cimentocalqualidadedoar.pdf

Campos, C. G. Possibilidades e limitações para a utilização de resíduos de couro na produção de pasta de celulose: uma revisão bibliográfica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ponta Grossa, 2024. Acessado digitalmente em 10/04/2025 em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34895/1/residuoscouroproducao-pastacelulose.pdf

Carlos, R. L. O papel do uso das tecnologias digitais na execução de práticas de economia circular. Centro Universitário FEI - São Bernardo dos Campos, 2022. Acessado digitalmente em 20/04/2025 em: https://repositorio.fei.edu.br/items/d68e1157-c104-4fe6-a6b0-1fdc810116e2

Castleberry, A.; Nolen, A. Thematic analysis of qualitative research data: Is it as easy as it sounds? Currents in Pharmacy Teaching and Learning, v. 10, n. 6, p. 807-815, 2018.

Ceia Ramos Mariano da Rocha, M. Economia Circular: para além do reaproveitamento de resíduos. UFRGS – Porto Alegre. 2020. Acessado digitalmente em 7/04/2025 em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/216660/001120576.pdf?sequence=1

Connett, P. The Zero Waste Solution: Untrashing the Planet One Community at a Time. Chelsea Green Publishing, 2013.

Corrêa de Oliveira, C., et al. Cidades e Sustentabilidade. UERGS - Porto Alegre, 2022. Acessado digitalmente em 9/04/2025 em: https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/2656/_cidades_e_sustentabilidade.pdf?sequence=1

Dagnino, R. Tecnologia social e seus desafios. Revista Tecnologia e Sociedade, 2004.

Denzin, N. K. The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods. 3. ed. New York: McGraw Hill, 2017.

Dias, S. M. Catadores e a construção de sistemas inclusivos de gestão de resíduos sólidos. Editora Puc Minas, 2016.

Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, 2013. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org.

Eslovênia Verde. Relatório de Sustentabilidade, 2021. Disponível em: https://slovenia.si.

Ferrarini, S. F., Deggerone, Z. A., & Wiederkehr, F. Relações entre Economia Circular e práticas de extensão comunitária. São Francisco de Paula, RS: UERGS; REGIES, 2024.

Fonseca, A. C., & Dagnino, R. Inovação social e tecnologias sociais: Uma análise crítica. Revista Brasileira de Inovação, 2018.

Holanda Circular. Estratégias para um Futuro Circular, 2020. Disponível em: https://hollandcircular.nl.

Honorio, Letícia Soares. Iniciativas sociais e melhoria na qualidade de vida de pessoas em situação de vulnerabilidade social: contribuições para a promoção de cidades sustentáveis. Universidade Nove de Julho - UNINOVE - São Paulo, 2021.

Kitchenham, B., et al. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Keele University, UK, and University of Durham, UK, 2009. Disponível em: https://www.durham.ac.uk/. Acesso em: 15 jan. 2025.

Lima, V. M. de S. A produção científica sobre políticas públicas de resíduos sólidos e educação ambiental: uma análise bibliométrica. Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Campo Grande, 2022. Acessado digitalmente em 9/04/2025 em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4527/1/Dissertação%20Vicente%20Lima%20RevTatiane%203%20revista%20x.pdf.

Oliveira, C. & Tramontina, A. C. Mobilidade Urbana Sustentável. UERGS - Porto Alegre, 2022. Acessado digitalmente em 9/04/2025 em: https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/2656/_cidades_e_sustentabilidade.pdf?sequence=1

Page, M. J., et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, [S.l.], v. 372, n. 71, 2021. Disponível em: https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71. Acesso em: 2/03/2025.

Petticrew, M.; Roberts, H. Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide. Malden: Blackwell Publishing, 2006.

Ramos, E. F., & Makiya, I. K. Cidades circulares inteligentes: mapa de oportunidades com interface aos objetivos do desenvolvimento sustentável. International Journal of Scientific Management and Tourism, 2024. Acessado digitalmente em 9/04/2025 em: https://drive.google.com/file/d/1Lr6kpuqsl449FcbRmJT4UFZTljWO3nBe/view.

Rocha, I. R. P. Prospecção Tecnológica de Resíduos Sólidos Urbanos com um olhar na Economia Circular. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2023. Acessado digitalmente em 11/04/2025 em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/21032/1/IRPRocha.pdf.

Rodrigues, A. C., & Barbieri, J. C. Tecnologias sociais e sustentabilidade. Revista de Administração Pública, 2008.

Sá, A. A. M. & Viana, D. M. Design e biomimética: uma revisão sobre o estado da arte no cenário brasileiro. Mix Sustentável - Florianópolis, 2020. Acessado digitalmente em 9/04/2025 em: https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v7.n1.137-150.

Sabatini, R.; Wanderley, T. Cidades Lixo Zero. Instituto Lixo Zero Brasil - Florianópolis, 2021.

Santos, R. M., & Perdigão, L. M. Economia Solidária e Tecnologias Sociais. Revista de Ciências Sociais Aplicadas, 2015.

Sato, M. Educação ambiental. São Carlos/SP: RIMA, 2003.

UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2017. Acessado digitalmente em 27/12/2024 em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197.

ZWIA. Zero Waste Definition, 2021. Disponível em: http://zwia.org.

ARTIGO

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BARRAGEM MÃE D'ÁGUA (RS): AVALIAÇÃO TEMPORAL COM APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

MATEUS RICARDO MENDES PESSOTA
(AUTOR PRINCIPAL) - ALUNO GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL/UFRGS - MATEUS.PESSOTA@UFRGS.BR
GABRIEL PEROZZO GAJARDO • BRIDIA BELLOLI BELLORA MONI • MARIA TERESA DE JESUS CAMELO GUEDES
LOUIDI LAUER ALBORNOZ • IVANIR MEDEIRO DE AVILA • MARIA CRISTINA DE ALMEIDA SILVA

RESUMO: Este estudo apresenta uma avaliação temporal da qualidade da água da Barragem Mãe D'Água, localizada no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), entre dezembro de 2023 e abril de 2025. A análise foi realizada com base no Índice de Qualidade da Água (IQA), uma ferramenta amplamente utilizada para sintetizar múltiplos parâmetros em uma única classificação. Foram monitorados três pontos: um afluente, a jusante de uma descarga de efluente e o vertedouro. Os dados foram obtidos a partir de coletas mensais, e os parâmetros físico-químicos e biológicos foram analisados conforme metodologias padronizadas. Os resultados indicaram variações sazonais relevantes, com piora da qualidade da água nos meses de verão, possivelmente associada ao aumento do escoamento superficial e da carga orgânica. O ponto P2 apresentou os piores índices, incluindo um classificado como "péssimo" em setembro de 2024, sugerindo um evento de poluição pontual. Em contrapartida, o ponto P3, localizado no vertedouro, demonstrou maior estabilidade e melhor qualidade média, mantendo-se predominantemente na categoria "regular". O estudo destaca a importância do monitoramento contínuo e padronizado da qualidade da água, especialmente em áreas urbanas sujeitas a pressões ambientais crescentes, como a preservação dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Barragem Mãe d'água; Índice de Qualidade da água; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Monitoramento Ambiental.

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são reconhecidas como unidades fundamentais para o planejamento e a gestão ambiental, desempenhando um papel essencial na oferta de diversos serviços ecossistêmicos à sociedade, como o fornecimento de matéria-prima, recursos genéticos, ciclagem de nutrientes, abastecimento hídrico, atividades recreativas, entre outros (ANA, 2013). A área analisada neste estudo corresponde à Barragem Mãe D'Água (BMDA), situada na bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio que nasce no município de Viamão, na

Região Metropolitana de Porto Alegre/RS.

Além dos impactos locais observados na Barragem Mãe D'Água, é importante considerar que a poluição ambiental afeta grande parte das bacias hidrográficas urbanas no Brasil, sendo resultado direto do crescimento desordenado das cidades, da ocupação irregular do solo e da ausência de políticas públicas eficazes. O lançamento inadequado de esgoto doméstico, resíduos sólidos e efluentes industriais compromete a qualidade da água e interfere negativamente nos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos corpos hídricos. Nas regiões metropolitanas, como Porto Alegre, essa realidade se intensifica devido à pressão populacional e a carência de infraestrutura de saneamento em áreas periféricas, o que contribui para o agravamento da poluição e da degradação ambiental.

Conforme o projeto da barragem elaborado pela Comissão Especial de Obras de Irrigação (1957), vinculada à Secretaria Estadual de Obras Públicas, e segundo Fujimoto (2002), a estrutura foi concebida com os seguintes objetivos: a) garantir o abastecimento de água para atividades de pesquisa e irrigação; b) viabilizar a ligação entre o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) e o Campus do Vale através do coroamento da barragem; c) formar um espelho d'água com propósito paisagístico; e d) controlar a vazão do Arroio Mãe D'Água, contribuindo para a mitigação de enchentes no Arroio Dilúvio.

Atualmente a única finalidade que se mantem é o item b, os outros objetivos são inviabilizados por conta das problemáticas ambientais, uma das principais é o atendimento precário de serviços de saneamento básico na região, a região em sua volta cresceu e se desenvolveu, mas sem um processo de urbanização acompanhado de planejamento ambiental.

Nas últimas décadas, diferentes estudos se dedicaram à análise da qualidade da água na BMDA. Entretanto, para que o monitoramento ambiental seja eficaz, é imprescindível que essa análise ocorra de forma contínua e padronizada (EMBRAPA, 2022). Os parâmetros utilizados na avaliação da água revelam possíveis

níveis de poluição dos corpos hídricos e possibilitam a aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA). De acordo com Menezes et al. (2010), esse índice é uma ferramenta matemática que sintetiza diversos parâmetros em um único valor, facilitando a interpretação do estado da água, inclusive por pessoas sem formação técnica.

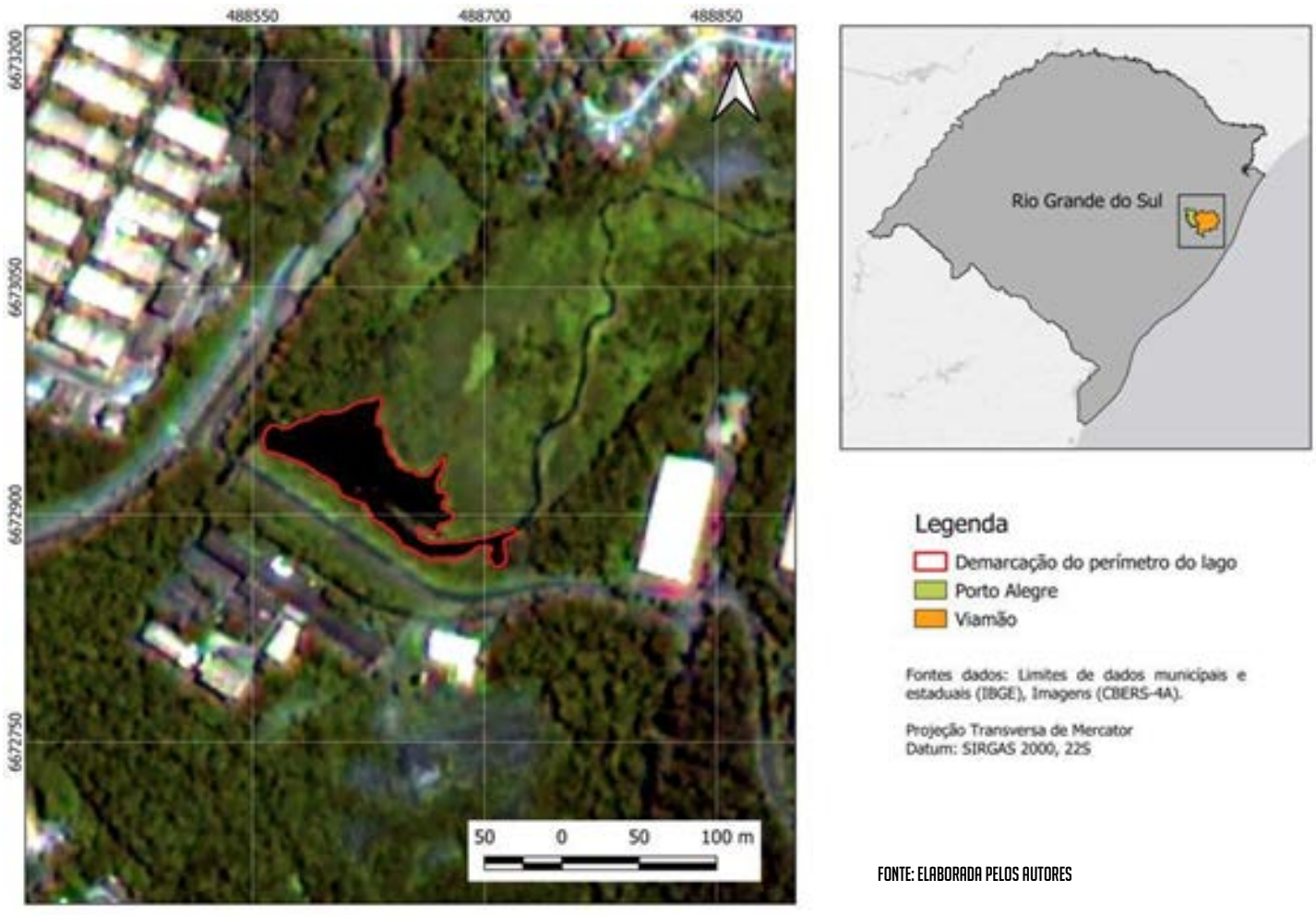
Assim, este estudo tem como objetivo analisar a variação temporal da qualidade da água da Barragem Mãe D'Água ao longo de 14 meses, com base em dados de monitoramento e na aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA) como ferramenta de avaliação ambiental.

METODOLOGIA

Área de estudo e pontos avaliados

A área de enfoque do trabalho encontra-se no território do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na divisa entre os municípios de Viamão e Porto Alegre (figura 1).

Figura 1 | Delimitação da lâmina d'água da barragem não coberta por vegetação (à esquerda); mapa do Rio Grande do Sul, evidenciando os municípios de Porto Alegre e Viamão (à direita).



FONTE: ELABORADA PELOS AUTORES

Para realizar o monitoramento da qualidade da água da BMDA, foram escolhidos três pontos de análise (figura 2), estudados anteriormente por Albornoz et al. (2021), no período de agosto de 2020 a agosto de 2021. Os pontos e suas respectivas coordenadas estão apresentados na tabela 1.

Figura 2 | Pontos selecionados para monitoramento

FONTE: GOOGLE EARTH (2025

Ressalta-se que no período estudado por Albornoz et al. (2021), as principais atividades da universidade estavam interrompidas devido à pandemia de Covid-19, podendo este fato ter afetado significativamente os resultados obtidos, fazendo-se necessário dar continuidade aos estudos, assim como foram monitorados por Albornoz et al (2021) quatro pontos originais, entretanto um deles hoje não tem vazão o suficiente para ser analisado.

Tabela 1 | Descrição dos pontos e suas coordenadas de latitude e longitude

Ponto	Descrição	Latitude	Longitude
P1	Afluente do Jardim Universitário (Viamão/RS)	-30.072097	-51.117252
P2	A jusante da descarga de efluente da ERQA	-30.073536	-51.117516
P3	Vertedouro da BMDA	-30.074464	-51.118880

IQA E MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS

Para avaliar a evolução temporal da qualidade da água da BMDA, foi determinado o IQA, adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o

qual é feito a partir do produtório ponderado de nove parâmetros, segundo a equação 1

1	$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade (equação 2), sendo que:

2	$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Onde:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo efetuado, determina-se a qualidade das águas brutas, indicada pelo IQA, que varia em uma escala de 0 a 100, representado na figura 3.

Figura 3 | Faixas de classificação do IQA

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA < 100
BOA	51 < IQA < 79
REGULAR	36 < IQA < 51
RUIM	19 < IQA < 36
PÉSSIMA	IQA < 19

FONTE: CETESB, 2017

Os parâmetros considerados no cálculo com seus respectivos pesos são: coliformes fecais (0,15), pH (0,12), nitrogênio total (0,10), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (0,10), fósforo total (0,10), temperatura (0,10), turbidez (0,08), sólidos totais (0,08) e oxigênio dissolvido (OD) (0,17).

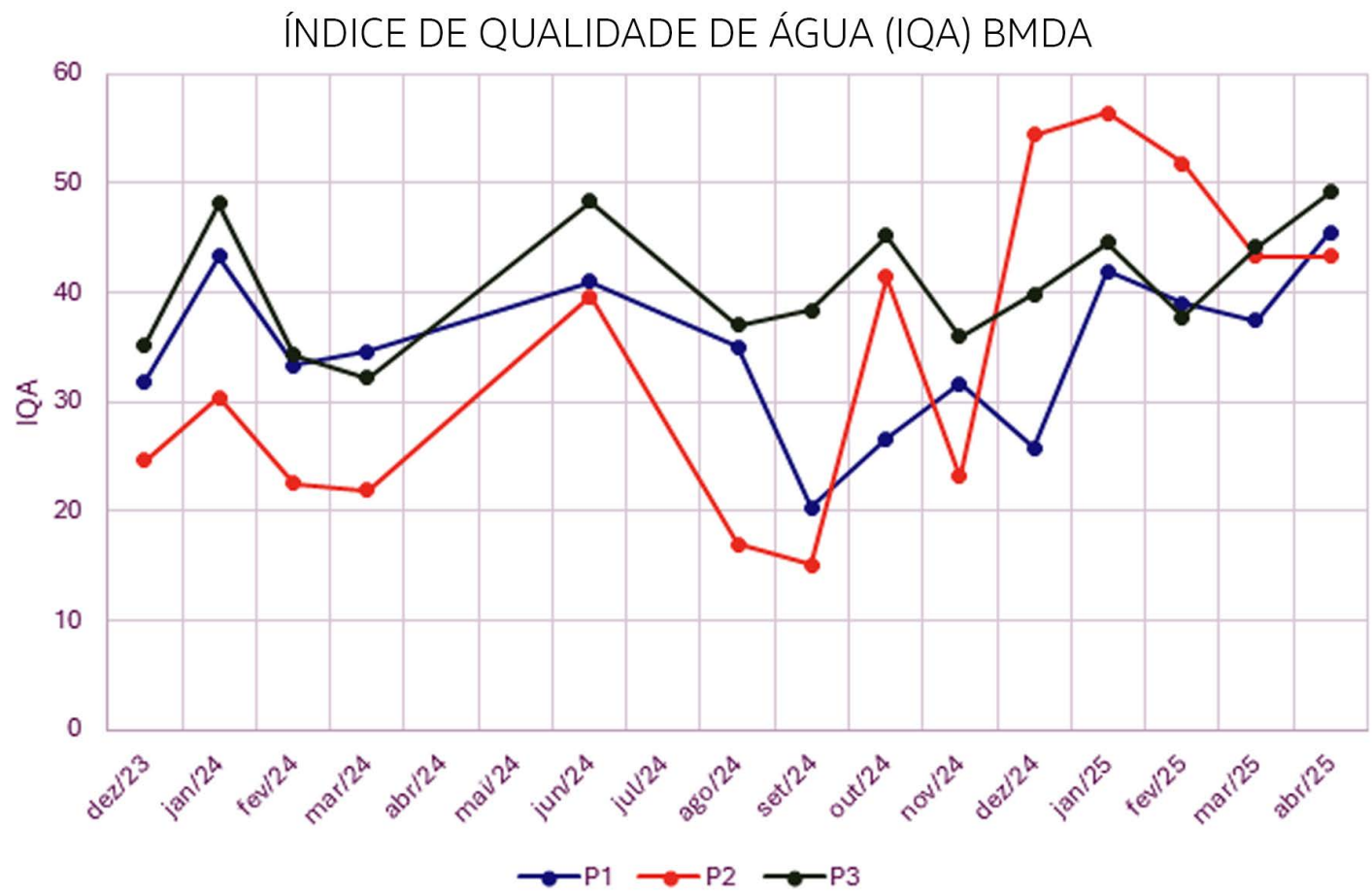
Foi realizado monitoramento de dezembro de 2023 a abril de 2025dos seguintes parâmetros: pH, turbidez e OD, utilizando sonda multiparamétrica Horiba U-52. Enquanto os outros 6 parâmetros foram analisados conforme metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017). A quantificação dos coliformes fecais foi realizada pelo método enzimático Colilert®. A determinação do IQA foi feita com os parâmetros obtidos entre dezembro de 2023 a fevereiro de 2025

Resultados e discussão

Variação temporal do Indice de Qualidade de Água (IQA)

A figura 4 apresenta a variação temporal do IQA nos três pontos selecionados de estudo na BDMA.

Figura 4 | Variação temporal de IQA nos pontos de estudo



Não foi possível fazer coleta e análise de amostras durantes os meses de abril, maio e julho de 2024 devido as enchentes de maio de 2024 que afetaram o município de Porto Alegre.

Durante os 17 meses de monitoramento, observou-se uma clara variação sazonal na qualidade da água. Os meses de verão (dezembro a março) apresentaram, de modo geral, valores de IQA médios a baixos, especialmente no ponto P1. Esse comportamento pode estar relacionado ao aumento da presença de coliformes, decorrente do escoamento de efluentes contaminados, e à intensificação da decomposição de matéria orgânica, favorecida pelas altas temperaturas.

Em setembro de 2024, o ponto P2 registrou seu menor valor de IQA (15,06 – classificado como "muito ruim"), o que sugere a ocorrência de um evento pontual de poluição, possivelmente associado ao lançamento direto de poluentes no corpo hídrico.

O ponto 3 destacou-se por sua maior estabilidade ao longo do período analisado, com uma média de IQA de 40,72, mantendo-se na faixa de classificação "regular". Em contraste, os pontos P1 e P2 apresentaram médias de 34,80 e 34,63, respectivamente, ambos enquadrados como "ruim". A maior estabilidade do ponto 3 está associada à sua localização no vertedouro da barragem, onde a água sofre menor influência direta de fontes pontuais de poluição, como drenagens superficiais e lançamentos clandestinos. Além disso, por estar ao final do percurso da água no reservatório, esse ponto recebe uma água que já passou por processos naturais de decantação, degradação e homogeneização, reduzindo a variabilidade dos parâmetros de qualidade.

Tabela 2 | IQA por mês e sua classificação

IQA BMDA	P1	P2	P3
dez/23	31,82	24,6	35,2
jan/24	43,25	30,4	48,13
fev/24	33,31	22,57	34,28
mar/24	34,62	21,9	32,2
jun/24	40,98	39,58	48,32
ago/24	35	17	37
set/24	20,31	15,06	38,36
out/24	26,65	41,45	45,16
nov/24	31,66	23,12	36
dez/24	25,82	54,4	39,83
jan/25	41,9	56,4	44,6
fev/25	38,95	51,79	37,73
mar/25	37,47	43,31	44,14
abr/25	45,54	43,33	49,18

Os meses de verão (dezembro a março) apresentaram, em geral, valores mais baixos de IQA, com predomínio das classificações "Ruim" e "Péssima", especialmente nos pontos P1 e P2. Essa piora pode estar associada ao aumento do escoamento superficial com carga de poluentes (como coliformes fecais), somado à maior decomposição de matéria orgânica favorecida pelas temperaturas elevadas. Apesar disso, observa-se uma inversão positiva desse padrão em 2025, quando os mesmos meses apresentaram melhora significativa na qualidade da água, principalmente no ponto P2.

CONCLUSÃO

- Variações sazonais foram observadas, com piora da qualidade da água nos meses de verão de 2024, especialmente nos pontos P1 e P2, possivelmente devido ao aumento do escoamento superficial e maior atividade biológica.
- O ponto P2 apresentou o pior desempenho geral, com destaque negativo para setembro de 2024 (IQA = 15,06 – "Péssimo"), sugerindo impacto pontual de poluição.

- O ponto P3 se destacou como o mais estável e com melhor qualidade média, mantendo-se majoritariamente na classificação “Regular” e chegando a “Boa” em vários meses.
- Houve uma tendência de melhora da qualidade da água a partir de dezembro de 2024, indicando possível redução de fontes poluidoras ou influência de fatores hidrológicos mais favoráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, L. L., Klüsener, J. J., Pletsch, J. S., Bernardes, A. M., & Silva, S. W. D. (2021). Plano de monitoramento da qualidade da água da Barragem Mãe d’Água. In Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (31: 2020: Curitiba). Anais eletrônicos. Rio de Janeiro: Abes, 2021.

APHA (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.). Washington DC: American Public Health Association.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf.

CETESB. Apêndice D: Índice de Qualidade das Águas (2017). Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf.

COMISSÃO ESPECIAL DE OBRAS DE IRRIGAÇÃO. Projeto da barragem do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS (1957). Secretaria Estadual de Obras Públicas e Irrigação. Comissão Especial de Obras de Irrigação. Disponível em: https://sian.an.gov.br.

CONAMA. Resolução n_ 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646.

CONSEMA. Resolução n_ 355, de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: http://www.famurs.com.br/wpcontent/uploads/2018/03/CONSEMA-355_2017.pdf.

Ekau, W., Auel, H., Pörtner, H. O., & Gilbert, D. (2010). Impacts of hypoxia on the structure and processes in pelagic communities (zooplankton, macro-invertebrates and fish). Biogeosciences, 7(5), 1669-1699.

Fujimoto, N. S. V. M. Alterações Ambientais Urbanas na Área da Bacia Hidrográfica da Barragem Mãe D’água: Evolução da Ocupação e Uso da Terra. Boletim Gaúcho de Geografia/Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Porto Alegre, 28, n.1: 67-83, Jan., 2002.

Menezes, J. M., Prado, R. B., Silva Junior, G. D., & Santos, R. T. (2010). Índices de Qualidade de Água: métodos e aplicabilidade. Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto de Mudanças Ambientais. 1ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1, 325-352.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas da gestão integrada de recursos hídricos: bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2013.

ARTIGO

FORMAÇÃO DE CIDADÃOS: UM PROJETO DE INTEGRAÇÃO PARA A CONSCIENTIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS

MILENA SOARES BINSFELD
(AUTORA PRINCIPAL) - ENGENHEIRA AMBIENTAL E SANITARISTA/UFSM - MILENABINSFELD@GMAIL.COM
MARIZA CAMARGO • PATRICIA RODRIGUES FORTES • WILLIAN FERNANDO DE BORBA • JULIANA SCAPIN

RESUMO: A importância da educação ambiental no ambiente escolar, destaca a sua relevância na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação do meio ambiente. A partir de um projeto implementado em uma escola pública do Rio Grande do Sul, foram desenvolvidas ações educativas práticas e interativas voltadas a alunos do ensino fundamental e médio. As atividades incluíram questionários diagnósticos, palestras, jogos, oficinas e ações de revitalização, que incentivaram hábitos sustentáveis. Os resultados evidenciaram avanços no conhecimento socioambiental e mudanças positivas de comportamento entre os estudantes, reforçando a escola como espaço essencial de transformação ambiental e social.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental; Sustentabilidade; Práticas escolares; Conscientização; Transformação social.

ABSTRACT: The importance of environmental education in the school environment highlights its relevance in shaping conscious citizens committed to environmental preservation. Based on a project implemented in a public school in Rio Grande do Sul, practical and interactive educational activities were carried out with elementary and high school students. The activities included diagnostic questionnaires, lectures, games, workshops, and revitalization actions that encouraged sustainable habits. The results showed improvements in socio-environmental knowledge and positive behavioral changes among students, reinforcing the school as an essential space for environmental and social transformation.

KEYWORDS: Environmental education; Sustainability; School practices; Awareness; Social transformation.

INTRODUÇÃO

A educação ambiental é um processo pelo qual os educandos adquirem conhecimentos sobre questões ambientais, desenvolvendo uma nova visão sobre o meio ambiente e tornando-se agentes de transformação para a conservação ambiental. Com as questões ambientais cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade, a educação ambiental se torna essencial em todos os níveis de ensino, especial-

mente nos anos iniciais da escolarização. Isso se deve ao fato de que é mais eficaz conscientizar crianças sobre questões ambientais do que adultos (DE SOUZA, 2011).

Contudo, todo o processo de educação ambiental deve desenvolver estratégias de ensino, que instiguem os estudantes a compreender a necessidade da preservação do meio ambiente, em razão que o futuro da terra está diretamente relacionado com o equilíbrio ambiental, logo então é fundamental que os recursos naturais sejam utilizados de forma racional (KOLCENTI et al., 2020).

Sobretudo, a educação ambiental deve promover a formação de uma consciência crítica e reflexiva sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente. Ao integrar práticas sustentáveis e a compreensão dos desafios ambientais nas atividades escolares, os educadores podem preparar os alunos para serem participantes ativos e responsáveis na construção de um futuro mais equilibrado e sustentável. A abordagem deve ser abrangente e adaptada às necessidades e contextos locais, garantindo que os conceitos de conservação e desenvolvimento sustentável sejam aplicados de forma prática e relevante para a realidade dos estudantes.

Dessa forma, este artigo busca ressaltar a importância da continuidade das atividades de educação ambiental e práticas sustentáveis, promovendo hábitos socio ecologicamente corretos que tragam benefícios sociais, econômicos e ambientais em um ambiente escolar. Promovendo através de atividades racionais e lúdicas um processo de ensino e aprendizagem que valorizem o meio ambiente.

A implantação das atividades de um projeto, de Educação Ambiental, no ambiente escolar buscou conectar o aprendizado formal dos estudantes com as necessidades atuais e futuras para a preservação e reestruturação do meio ambiente. Este artigo descreve experiências integrativas com alunos e professores, voltadas para práticas sociais, econômicas e ambientais que incentivam hábitos corretos e promovem a sensibilização ambiental, contribuindo para o

crescimento humano e racional das crianças e jovens, bem como, o desenvolvimento social e cognitivo dos estudantes observado durante o período de atuação do projeto.

FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA – Lei nº 6938/81) tem por um de seus objetivos a promoção da preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, bem como , ampara a Lei 9.795 / 1999, que dispõe sobre a educação ambiental. Neste sentido, a legislação dispõe que a Educação Ambiental envolve os processos pelos quais indivíduos e coletivos desenvolvem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências focadas na conservação do meio ambiente, um bem de uso comum essencial para a qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP/MEC) do Brasil, a Educação Ambiental é trabalhada pelas escolas principalmente na forma da inserção temática, ressaltando a abordagem do tema em disciplinas integrantes do currículo, como português e inglês. O Instituto (INEP/2022) ainda ressalta que a Educação Ambiental apresenta uma grande demanda no ensino Brasileiro, não sendo aceito pelas legislações como uma disciplina integrante do currículo acadêmico, desta forma, a defasagem destes conhecimentos é grande, apresentando uma preocupação com a Educação Ambiental, principalmente em regiões mais industrializadas.

A Educação Ambiental visa garantir um futuro equilibrado para o planeta em termos de natureza. A Política Nacional de Educação Ambiental adota como um de seus princípios o "pluralismo de ideias e concepções pedagógicas na perspectiva da interdisciplinaridade". Segundo essa lei, a Educação Ambiental não deve ser ensinada como uma disciplina específica, mas deve ser integrada ao currículo das diversas disciplinas. A metodologia transversal é a abordagem recomen-

dada, representando um desafio significativo para as escolas. As dificuldades incluem currículos rígidos e o desinteresse de alguns professores por atividades que fogem ao modelo tradicional de ensino com quadro e giz (MEDEIROS, 2011).

Neto (2021) destaca que a escola pode ser um local ideal para realizar atividades que busquem sensibilizar a população em relação à educação ambiental, promovendo debates e reflexões diárias sobre diversos temas. Nesse processo, a educação é fundamental para despertar a conscientização sobre a natureza, tornando as escolas aliadas importantes. Considerando que elas reúnem uma diversidade de pessoas, incluindo estudantes, profissionais da educação e responsáveis pelos alunos, as escolas desempenham um papel crucial na promoção da proteção ambiental. Desta forma, é essencial que seja incorporada à educação ambiental nas escolas, com o intuito de mitigar os problemas causados ao meio ambiente que já vem ocorrendo por anos (SANTOS & GARDOLINSK, 2018).

No ambiente escolar, o estudante desenvolve formas de lidar com o conhecimento, matéria prima da educação, onde a questão ambiental motiva a postura participativa, bem como, a cidadania. Na escola, o esforço de construir uma nova sociedade, implica na adoção, por parte dos educadores e da comunidade escolar, uma postura crítica diante da realidade, sem a qual não é possível entender a transformação social (SEGURA, 2001). A educação ambiental nas escolas desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos conscientes, capazes de tomar decisões e agir de maneira responsável em relação ao meio ambiente e ao bem-estar da sociedade. Para isso, é crucial que a escola vá além da transmissão de informações e conceitos, promovendo o desenvolvimento de atitudes, valores e ações práticas. Assim, os alunos serão incentivados a amar, respeitar e adotar práticas voltadas à conservação ambiental (DE SOUZA, 2011).

A educação ambiental desempenha um papel crucial ao trabalhar conceitos, valores, atitudes, posturas éticas e, principalmente, ao promover a mudança de comportamento em relação ao meio ambiente, des-

pertando um compromisso com sua preservação. Para que essa educação seja desenvolvida com maior responsabilidade, é essencial que seja integrada ao currículo escolar, pois a escola é o caminho mais eficaz para conscientizar as pessoas e aumentar seu conhecimento e comprometimento com o meio ambiente. A escola tem a função de proporcionar aos alunos o conhecimento ea compreensão dos problemas ambientais existentes no meio em que vivem (DIAS, 2012).

Segundo Loureiro (2009) o processo educativo deve ressaltar a necessidade de despertar nas pessoas a conscientização em relação ao meio ambiente a partir dos desafios colocados pela sociedade. Cabe ressaltar ainda, que como qualquer outra metodologia de ensino, a constância e o incentivo, são importantes para o processo de ensino e aprendizagem. "A educação ambiental deve ser um processo contínuo e permanente, iniciando em nível pré-escolar e estendendo-se por todas as etapas da educação formal ou informal" (GUIMARÃES, 2004, p 37).

Para alcançar esse objetivo, é necessário educar as futuras gerações, tornando-as participantes ativas nas sociedades e capazes de respeitar o próximo e o meio ambiente. É fundamental que compreendam que é responsabilidade humana buscar soluções para os problemas enfrentados pelo nosso planeta. Assim, espera-se que a educação ambiental seja abordada de forma responsável, tanto individual quanto coletiva, pois a educação é o ponto de partida essencial para essa conscientização (OLIVEIRA, 2012).

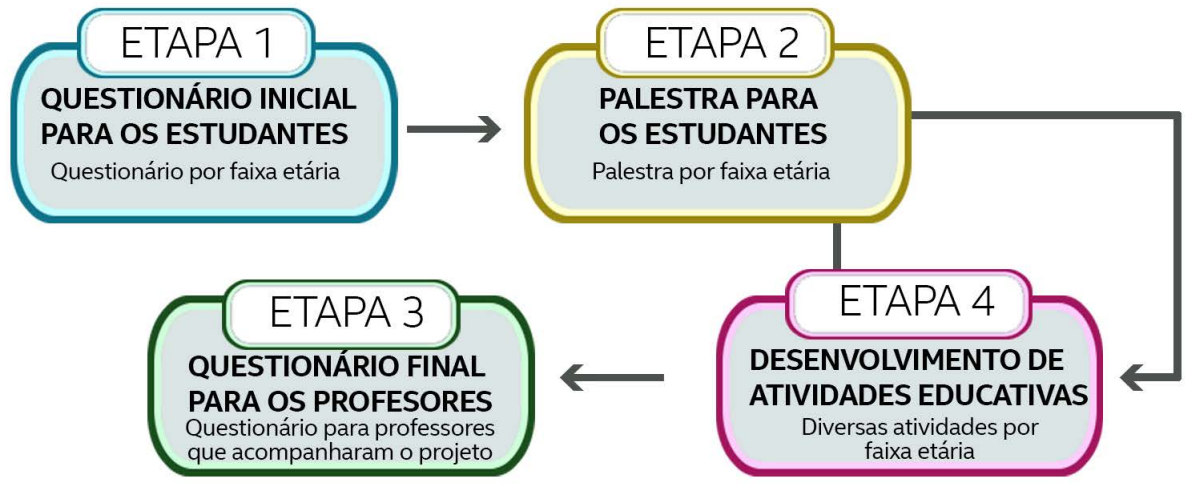
METODOLOGIA

A implementação deste projeto foi realizada na Escola Estadual de Educação Básica Padre Abílio de Marcos Sponchiado pertencente ao município de Vista Alegre, noroeste do estado do Rio Grande do Sul, atuante no ramo da educação básica a alunos de nível fundamental a ensino médio. A implementação na escola considerou um total de 220 alunos de 1º ano do E. F. ao 3º ano do E. M., além de 11 professores acompanhantes das turmas e ações do

projeto. A atuação das ações envolveu 21 integrantes do corpo docente e discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria – campus Frederico Westphalen, considerando também discentes da disciplina de extensão: Educação Ambiental.

O projeto buscou seu desenvolvimento através de ações de conscientização, práticas educativas e capacitações técnicas. Neste sentido, as abordagens foram subdivididas em quatro etapas, visando seu desenvolvimento efetivo acerca de cada tema e faixa etária, a figura 1 apresenta o fluxograma das etapas de implementação do projeto.

Figura 1 | Fluxograma de etapas de implementação do projeto na escola



FONTE: AUTORAL (2025).

A primeira etapa do projeto foi realizada através da aplicação de questionários aos alunos, a fim de avaliar o conhecimento até então adquirido sobre compreensão básica de aspectos relacionados ao meio ambiente, dos seus problemas associados e das possíveis soluções para as problemáticas ambientais presentes no dia a dia. Os questionários foram elaborados considerando as diferentes faixas etárias dos alunos, desta forma, cada turma realizou a etapa de acordo com seu nível cognitivo e a um assunto ambiental específico.

A aplicação dos questionários ocorreu em horário escolar, disponibilizado pelo corpo docente e direção da escola. Em conseguinte, os questionários foram avaliados pelos integrantes deste projeto, apontando as defasagens relacionadas aos conceitos e ações socioambientais que alunos avaliados apresentaram. O

levantamento médio das defasagens servira de base para a construção de palestras relacionadas ao tema, ação que compõe a seguinte etapa. Para tanto, foram avaliados os aspectos negativamente apontados pelos alunos para a construção de uma capacitação técnica eficaz.

As palestras compõem a segunda etapa de implementação do projeto, através de uma conversa e capacitação técnica interativa com os alunos, esta etapa foi realizada dentro do ambiente escolar, abordando temas relacionados à conservação e sustentabilidade, bem como, dando ênfase a construção de uma consciência mais humanitária e adequação de práticas diárias capazes de integrar positivamente o meio ambiente com a sociedade. Cabe ressaltar, que as palestras foram realizadas para a mesma divisão etária de aplicação dos questionários, bem como os assuntos abordados respeitaram as defasagens evidenciadas pelos alunos.

A terceira etapa do projeto foi composta pelo desenvolvimento de atividades ambientais em prol do ambiente escolar e comunitário, as atividades foram, também, realizadas de acordo com as diferentes faixas etárias dos estudantes. Inicialmente, foram desenvolvidas atividades de separação de resíduos com os estudantes de 1º, 2º e 3º anos do ensino fundamental, faixas etárias de 6 a 9 anos, com a confecção de mini coletoras a partir da reutilização de caixas de leite. A atividade foi realizada em ambiente escolar, como também foi proposto para os estudantes o uso das coletoras na própria sala de aula e consequentemente em suas residências.

Estudantes matriculados nos 4º, 5º, 6º anos do ensino fundamental, faixas etárias de 9 a 12 anos, abordaram temáticas ambientais através de um jogo educativo confeccionado pelos bolsistas do projeto. A fim de estimular práticas positivas e uma consciência socioambiental o jogo trouxe situações diárias e fatos capazes de instigar os estudantes a ações que beneficiem a comunidade local como um todo e ao meio ambiente. O jogo foi aplicado em sala de aula, abordando a temática através de uma competição saudável entre os alunos.

Abordando a temática da reciclagem e reutilização de

matérias e produtos, os estudantes matriculados nos 7º, 8º e 9º anos, faixas etárias de 12 a 15 anos, realizaram a produção de sabão em barra derivado de óleo usado de cozinha. Com auxílio de um Técnico da UFSM-FW, os estudantes confeccionaram seu próprio sabão através do óleo de cozinha, por eles trazido.

O projeto também disponibilizou a receita do produto para que o processo de reutilização possa ocorrer no ambiente residencial, bem como, se difundir a comunidade local. Neste intuito, foram abordados temas referentes a reutilização e reciclagem dos materiais básicos do dia a dia dos estudantes.

Por fim, os estudantes matriculados nos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, faixas etárias de 15 a 18 anos, realizaram a confecção de um folder educativo acerca de ações socioambientais capazes de serem desenvolvidas no município. O folder teve como objetivo informar a comunidade local sobre a situação ambiental que o município se encontra, a fim de incentivar a participação da comunidade em iniciativas de limpeza e educação ambiental, bem como, fornece informações sobre como e onde denunciar problemas relacionados à gestão. Cada turma realizou a confecção de um folder, após, passaram por um processo de votação dentro do ambiente escolar e da própria região, a fim de escolher o trabalho mais informativo e criativo, assim o folder selecionado foi entregue na comunidade local.

Como atividade bônus, os 1º, 2º e 3º anos do ensino fundamental, faixas etárias de 6 a 9 anos, confeccionaram e aprenderam sobre o processo de compostagem. O projeto disponibilizou todo o material necessário para a confecção da composteira, bem como, os alunos trouxeram o resíduo orgânico por eles gerado na escola. Em conjunto, foi confeccionado um sistema de compostagem na escola, sendo monitorado pelos próprios alunos e funcionários, a fim de utilizar o adubo gerado nas floreiras já existente na escola.

Além disso, foi realizada uma significativa revitalização do pátio escolar, por meio do plantio de mudas de diferentes espécies, com a participação ativa dos alunos e da equipe escolar. Essa ação contribuiu para

transformar o espaço em um ambiente mais verde, agradável e acolhedor, promovendo a valorização da natureza no cotidiano escolar. O envolvimento dos estudantes no plantio das mudas também teve um papel educativo importante, despertando neles o senso de responsabilidade com os espaços coletivos e estimulando o cuidado com o meio ambiente. A atividade possibilitou o contato direto com a terra e as plantas, reforçando os conteúdos trabalhados e proporcionando uma vivência prática e afetiva com a temática ambiental.

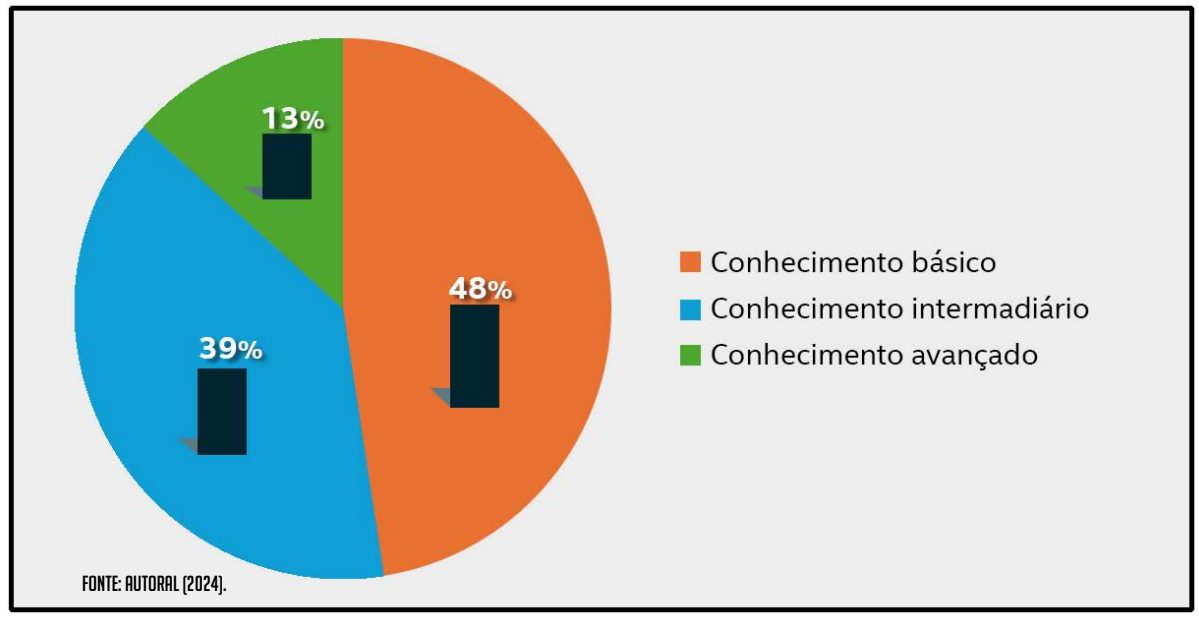
Contudo, a última etapa de implementação do projeto na escola consistiu na aplicação de questionários finais, a fim de avaliar as atividades de educação ambiental desenvolvidas pelo projeto na escola. Os questionários foram aplicados aos professores que acompanharam todas as etapas do projeto, com o objetivo de avaliar a efetividade das ações ambientais em sala de aula, bem como, o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A educação garante o desenvolvimento individual e coletivo do ser humano através da transmissão de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes que capacitam os indivíduos a lidarem com os desafios da vida e contribuir para o bem-estar social (MARTINS, 2016). Neste sentido o projeto inspirou suas ações, para que o conhecimento seja difundido em todos os âmbitos, inclusive no que se refere a todos os aspectos socioambientais.

Inicialmente com a aplicação dos questionários, obteve-se um cenário esperado diante da difusão de conhecimentos socioambientais no país, onde o predomínio de conhecimentos básicos se expressa em maioria. Os questionários foram aplicados aos 220 alunos da instituição, considerando suas diferentes faixas etárias e diferentes questionários aplicados, o predomínio das respostas de conhecimento básico como um todo foi de 48%, seguido de respostas de conhecimento intermediário com 39% e conhecimento avançado com 13%, como mostra a figura 2.

Figura 2 | Panorama inicial de conhecimento relevante sobre aspectos socioambientais



FONTE: AUTORAL (2024).

Effting (2007) ao estudar sobre a educação ambiental nas escolas, relatou ser um desafio diante das significativas dificuldades nas atividades de sensibilização e formação, na implementação de atividades e projetos e, principalmente, na manutenção e continuidade dos já existentes. A realidade presenciada e refletida na aplicação dos questionários aos estudantes ressalta a falta de articulação das ações educativas voltadas às atividades de proteção, recuperação e melhoria socioambiental, bem como o planejamento estratégico de um crescimento educacional contínuo acerca do desenvolvimento sustentável.

A partir dos questionários, o projeto buscou construir uma base de ações sociais e técnicas voltadas as defasagens visualizadas no ambiente escolar. Os questionamentos realizados evidenciaram uma preocupação mínima com os recursos ambientais existentes, como também com as ações que afetam os ecossistemas. Neste sentido, a construção de palestras interativas e atividades voltadas a estratégias de reciclagem, reutilização e valorização dos recursos, buscaram trazer aos estudantes uma construção de valores e técnicas plausíveis para uma relação de responsabilidade com o ser humano.

De acordo com Medeiros (2011) a educação ambiental deve incluir valores, capacidades, conhecimentos, responsabilidades e aspectos que promovam

o progresso das relações éticas entre o homem e o meio ambiente como parte integrante do mesmo. As ações de educação ambiental na escola propiciam que os estudantes desenvolvam uma consciência racional sobre os aspectos socioambientais e apresentem um desenvolvimento contínuo de uma cultura sustentável.

Através das palestras integradas, os alunos puderam refletir sobre práticas culturais, bem como sobre a participação na promoção de benefícios socioambientais. Sobre tudo, as atividades realizadas com estudantes, como a produção de sabão a partir da reutilização de produtos, a produção de adubo a partir dos resíduos orgânico, a produção de coletoras a partir da reutilização de materiais e a possibilidade de integrar e informar a sociedade a cerca das necessidades e desafios ambientais enfrentados pelo município, propiciaram aos estudantes uma visão mais ampla da importância da relação homem e meio ambiente, bem como, o entendimento sobre a dimensão ambiental e sua relação com os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos de toda a região, como também do mundo.

As ações desenvolveram alternativas para uma contínua reflexão de uma mudança de mentalidade acerca do meio ambiente, bem como, para a construção de seres humanos mais racionais e envolvidos na construção de um ambiente equilibrado. A composição de imagens/registros fotográficos abaixo (figura 3) expressar a realização das palestras e atividades desenvolvidas no ambiente escolar.

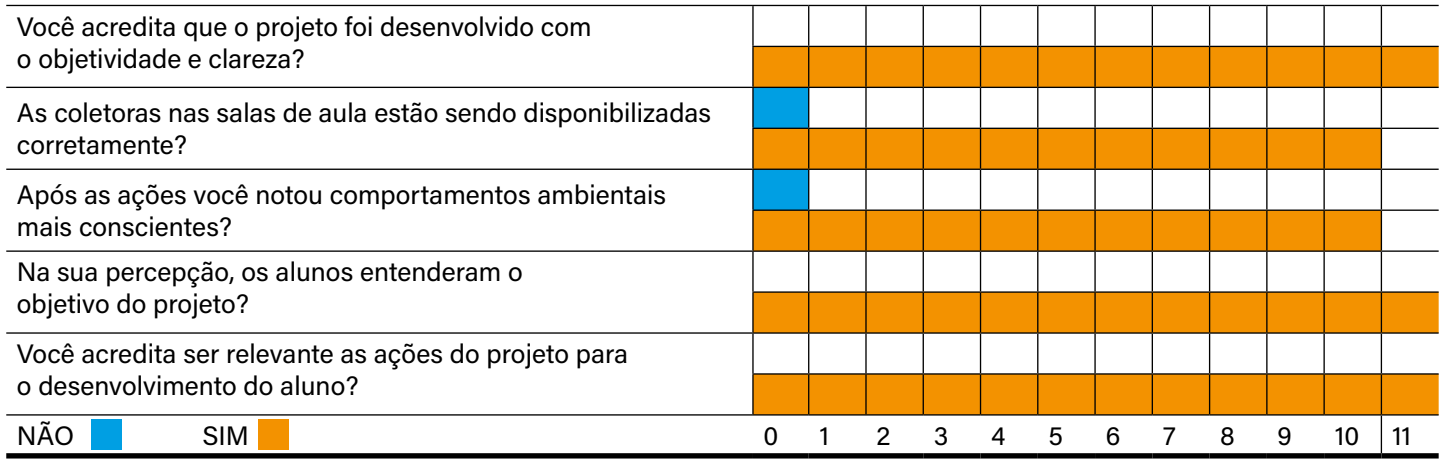
Figura 3 | Composição de registos fotográficos das ações de educação ambiental desenvolvidas na escola.

FONTE: AUTORAL (2024).

A última etapa de implementação do projeto possibilitou uma averiguação clara sobre a importância de suas ações e a relevância da educação ambiental no ambiente escolar. A figura 4, expressa os resultados obtidos através da aplicação de questionários aos 11 professores que acompanharam todas as ações, bem como o desenvolvimento dos estudantes durante a vigência do projeto. Os professores foram questionados em cinco perguntas sobre a relevância e difusão de conhecimento diante das ações do projeto, bem

como, sobre perceptivas mudanças dos alunos em ações do dia a dia que envolvam aspectos ambientais.

Figura 4 | Panorama final de conhecimento relevante sobre aspectos socioambientais através das ações do projeto



A mudança significativa das ações dos alunos diante de situações do dia a dia foi notável através de relatos evidenciados pelos professores, bem como os professores destacaram que as atividades socioambientais na escola ganharam uma ênfase maior, possibilitando um engajamento maior dos alunos a atividades que envolvam aspectos socioambientais. Em relatos, os professores destacaram que os estudantes abordaram técnicas ensinadas pelo projeto em seus ambientes domésticos, como a produção de sabão e a confecção de composteiras.

A educação ocorre como parte da ação humana de transformar a natureza em cultura, atribuindo-lhe significados, trazendo-a para o campo da compreensão e da experiência humana de estar no mundo e participar da vida de forma sustentável (GAMA, 2017). A educação é capaz de propiciar mudanças positivas no mundo e na sua relação com o ser humano, e é nesse âmbito que a educação ambiental se apresenta, bem como as ações deste projeto.

Contudo, cabe ressaltar que o projeto foi desenvolvido com êxito no ambiente escolar, propiciando, sobretudo, uma formação cultural de seres humanos mais racionais no que se refere as ações socioambientais. Cabe ressaltar ainda, que o projeto dá início a um processo cultural e este deve ser continuado e

desenvolvido, a fim de possibilitar uma construção de uma consciência sustentável e uma disseminação de uma relação positiva de direitos e deveres para com o meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental se apresenta como a chave de um futuro mais consciente e sustentável. Neste sentido, a implementação de ações de educação ambiental no ambiente escolar, buscaram enfatizar a importância de estratégias socioambientais no processo de desenvolvimento cognitivo do ser humano. Além de tudo, a constância do processo educacional foi enfatizada, a fim de possibilitar a persistência de ações de desenvolvimento social e ambiental no dia a dia dos estudantes.

As ações do projeto no ambiente escolar buscaram criar relações racionais dos alunos com os recursos ambientais, e enfatizaram a importância do desenvolvimento de consciência baseada nos direitos e deveres do ser humano para com o meio ambiente. Através de ações de reutilização e reciclagem de materiais, separação dos resíduos, consumo consciente, entre outros; a educação ambiental promoveu um contato positivo e lúdico com os estudantes, bem como, o desenvolvimento de uma relação social positiva com meio ambiente.

A avaliação constante durante o desenvolvimento das ações deste projeto, enfatizaram um rápido crescimento dos alunos em razão das suas defasagens no que se refere a conhecimentos socioambientais. Desta forma, o desenvolvimento cognitivo dos alunos foi notável, bem como das suas relações diárias com o meio ambiente. Além disso, observou-se um aumento significativo no engajamento e na participação dos alunos em atividades relacionadas à sustentabilidade e conservação ambiental, demonstrando uma compreensão mais profunda da importância da preservação dos recursos naturais e a adotar práticas mais conscientes e responsáveis em seu cotidiano.

Contudo, o projeto não só atingiu seus objetivos de promover o conhecimento socioambiental entre os

alunos, desenvolvendo também práticas sustentáveis e consciência ambiental. Cabe ressaltar ainda, que o processo de educação ambiental é constante, devendo ser integrado as atividades dos estudantes de maneira concreta, bem como, a participação de pais e da comunidade externa é fundamental para a criação de um ambiente mais sustentável e educativo, beneficiando não apenas os alunos, mas todos os envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º set. 1981.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

DE SOUSA, G. L.; DE MEDEIROS, A. B.; MENDONÇA, M. J. D. S. L.; DE OLIVEIRA, I. P. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, 2011.

DOS SANTOS ARAÚJO, E. C. et al. Percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental de uma escola pública. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 1, p. 530-538, 2020.

DIAS, Genebaldo. Educação ambiental: princípios e práticas. 12. ed. São Paulo: Gaia, 2012.

EFFTING, T. R. Educação ambiental nas escolas públicas: realidade e desafios. 2007. Monografia (Especialização em Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,

Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, 2007. GAMA, A. A. Educação ambiental: abordagens e perspectivas. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 3, n. 7, p. 52-60, out. 2017.

GUIMARÃES, Mauro. Educação ambiental: abordagens múltiplas. 3. ed. Campinas, SP: Papirus, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. Censo escolar. Brasília, DF: INEP, 2022.

KOLCENTI, S. G. R.; MÉDICI, M. S.; LEÃO, M. F. Educação ambiental em escolas públicas de Mato Grosso. Revista Científica ANAP Brasil, v. 13, n. 29, 2020.

LIPAI, E. M.; LAYRARGUES, P. P.; PEDRO, V. V. Educação ambiental na escola: tá na lei. In: CONCEITOS E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA. p. 23, 2007.

LOUREIRO, C. F. B.; DE LIMA, J. G. S. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. Acta Scientiae, v. 11, n. 1, p. 88-100, 2009.

MARTINS, C. N. B. A educação do século XXI e as competências da sociedade do conhecimento e da aprendizagem. [S.l.], [s.d.].

MEDEIROS, A. B. et al. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011.

OLIVEIRA, M. D. S.; OLIVEIRA, B. D. S.; VILELA, M. D. S.; CASTRO, T. A. A. A importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico. Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale, v. 5, n. 7, p. 1-20, 2012.

UM, U. C. E.; CASEIRO, B. Educação ambiental em uma escola. Pesquisas em Ciências Biológicas e Agrárias, v. 39, 2023.

SATO, M. Formação em educação ambiental – da escola à comunidade. In: BRASIL. Ministério da Educação. Panorama da educação ambiental no ensino fundamental. Brasília: Secretaria do Ensino Fundamental, 2001. p. 7-15.

SEGURA, D. D. S. B. Educação ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica. São Paulo: Annablume, 2001. (Vol. 158).

ARTIGO

INTEGRAÇÃO ENTRE AVALIAÇÃO DE FLUXO DE MATERIAIS E GEOPROCESSAMENTO: CONSERTO DE ELETROELETRÔNICOS DURANTE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NO RIO GRANDE DO SUL – MAIO/24

SAMUEL DO NASCIMENTO DE CAMPOS
(AUTOR PRINCIPAL) – GEÓGRAFO/UNISSINOS – SAMUELCAMPOS@UNISINOS.BR
PROF. DR. CARLOS ALBERTO MENDES MORAES

RESUMO: As mudanças climáticas já impactam significativamente o Brasil, com eventos extremos como secas históricas na Amazônia, ondas de calor, enchentes devastadoras e desastres ambientais que afetam milhões de pessoas e causam prejuízos bilionários. Diante desse cenário, a engenharia enfrenta o desafio de desenvolver soluções inovadoras e aplicar tecnologias existentes para mitigar esses impactos. Um exemplo disso é o voluntariado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UNISINOS, que reparou equipamentos eletroeletrônicos danificados na enchente de maio de 2024 no Rio Grande do Sul. Utilizando ferramentas como o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e a Avaliação de Fluxo de Materiais (AFM), o projeto demonstrou a importância da integração de geotecnologias no planejamento urbano e na resposta a desastres. O estudo de caso em São Leopoldo, durante a enchente de 2024, evidenciou a necessidade de padronização de processos e de priorização no conserto de equipamentos baseados na proximidade ao leito dos rios.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Fluxo de Materiais; Geoprocessamento; Mudanças Climáticas; Eletroeletrônicos; Enchentes.

ABSTRACT : Climate change is now a significant reality in Brazil, with extreme events such as historical droughts in the Amazon, heat waves, and devastating floods causing billions in damages and affecting millions of people. The engineering field faces the challenge of developing innovative solutions and applying existing technologies to mitigate these impacts. One example is the volunteer program by the Civil Engineering Graduate Program at UNISINOS, which repaired electronics damaged by floods. Using tools like Geographic Information Systems (GIS) and Material Flow Assessment (MFA), the project highlighted the importance of integrating geotechnologies in urban planning and disaster response. The case study in São Leopoldo during the 2024 flood demonstrated the need for process standardization and prioritization in equipment repair based on proximity to riverbeds.

KEYWORDS: Material Flow Analysis; Geoprocesing; Climate Change; Electronics; Floods.

1 INTRODUÇÃO

As consequências das mudanças climáticas já são uma nova realidade se estabelecendo no Brasil, deixando de ser uma preocupação distante e tornando-se uma realidade muito incômoda no cotidiano das pessoas. Eventos extremos de diversas naturezas afetam a vida das pessoas de norte a sul do país, rompendo com padrões climáticos históricos e causando danos bilionários em várias esferas. A seca histórica na Amazônia em 2023 (Andrade, 2024), seguida por outra seca igualmente severa em 2024 (Gama, 2025), são exemplos claros da intensificação desses impactos, bem como do aumento da recorrência. Nos últimos anos, ondas de calor vêm percorrendo todo o território nacional (Souza, 2024), levando a recordes de temperatura e resultando em tragédias fatais. Estudos apontam que, em 50 anos, algumas regiões do Brasil podem se tornar praticamente inabitáveis, com temperaturas e níveis de umidade tão extremos que o corpo humano não suportaria por mais que algumas horas (Raymond, 2020). As enchentes na Bahia e em Minas Gerais, ocorridas entre o final de 2021 e o início de 2022, foram devastadoras (CEMADEN, 2022). Já no sul do país, o Rio Grande do Sul enfrentou uma sequência de três eventos hidrometeorológicos extremos em 2023 (Rio Grande do Sul, 2023; Munhoz, 2024). Em 2024, o desastre foi muito mais devastador e abrangente e considerado o maior da história do Estado (ANA, 2025).

Diante de cenários tão desafiadores, a engenharia se vê compelida a encontrar novas soluções. O conhecimento técnico-científico é posto à prova, exigindo não apenas inovações, mas também a aplicação eficaz de tecnologias já existentes (Borges, 2023). A sociedadeespera que a academia desenvolva respostas para os problemas emergentes, mas, em muitos casos, a falta de implementação de soluções conhecidas é a verdadeira barreira. Embora a implementação de medidas estruturais, como no caso dos diques, seja fundamental e até prioritária neste momento (COMITESINOS, 2024), também é importante que as prefeituras adotem ferramentas acessíveis e já disponíveis

a baixo custo e que podem ser importantes suportes à tomada de decisão e à elaboração de medidas preventivas e mitigadoras. Como parte das iniciativas para mitigar os impactos dos desastres, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS implementou um voluntariado de reparo de eletroeletrônicos para as famílias afetadas pelas enchentes de maio de 2024 no Rio Grande do Sul.

Um exemplo marcante de ferramenta subutilizada é o Sistema de Informações Geográficas – SIG, essencial para processos relacionados ao meio ambiente e ao planejamento urbano, mas que permanece ausente em muitas prefeituras. Assim como o SIG, diversas outras ferramentas conhecidas nas engenharias não são plenamente exploradas. A integração do Geoprocessamento com a Avaliação de Fluxo de Materiais, por exemplo, permite mapear e espacializar os fluxos de materiais em uma determinada região. Essa abordagem foi aplicada no processo logístico ação promovida pela Escola Politécnica, pelos cursos da área ambiental e elétrica, tanto na graduação como na pós-graduação estrito senso, demonstrando como essas ferramentas podem ser combinadas para oferecer soluções mais eficazes frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

2 CONTEXTO

Em maio de 2024, o Estado do Rio Grande do Sul enfrentou o evento climático mais devastador de sua história. As chuvas começaram em 27 de abril, intensificando-se em 29 de abril (g1, 2024) e resultando nas primeiras mortes no dia 30 de abril. A partir desse ponto, estradas foram bloqueadas e pontes arrastadas pelas enxurradas. Na Região Hidrográfica do Guaíba, rios como o Taquari e o Jacuí atingiram níveis históricos, ultrapassando significativamente os limites definidos para inundações. O Rio dos Sinos, em particular, registrou seu maior nível histórico, alcançando 6,81 metros e submergindo vários municípios da bacia. A extensão da inundação, em algumas áreas, superou a mancha

considerada pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – COMITESINOS (2024). A figura 1 ilustra a inundação observada em 06 de maio de 2024, com foco nas bacias do Rio dos Sinos e do Rio Gravataí (Possanti & Ruhoff, 2024).

Figura 1 | Mancha de Inundação com foco nos vales do Rio dos Sinos e Gravataí

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR A PARTIR DOS ARQUIVOS VETORIAIS DESENVOLVIDOS E DISPONIBILIZADOS POR POSSANTI & RUHOFF (2024)

Este cenário levou a um prejuízo financeiro que a Confederação Nacional de Municípios estimou em 11 bilhões de reais, no dia 29 de maio. Na ocasião, já havia 169 mortos, quase 100 mil desabrigados e quase 700 mil desalojados (CNM, 2024). Depois que a água começou a baixar, houve surtos de leptospirose em função da água contaminada (Almeida, 2024).

A Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS foi um dos abrigos no município de São Leopoldo. Além de receber doações e abrigar pessoas, outras importantes ações foram tomadas pela universidade. O Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – PPGEC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, e cursos de graduação em Engenharia Ambiental, Elétrica e Eletrônica instituíram o voluntariado para reparo dos eletroeletrônicos danificados pela água durante a inundação (UNISINOS, 2024).

3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS E MÉTODO

Para a execução do que se propõe neste artigo, é fundamental integrar diferentes métodos de pesquisa. Isso inclui uma revisão da literatura sobre os conceitos-chave, como Geoprocessamento e Avaliação de Fluxo de

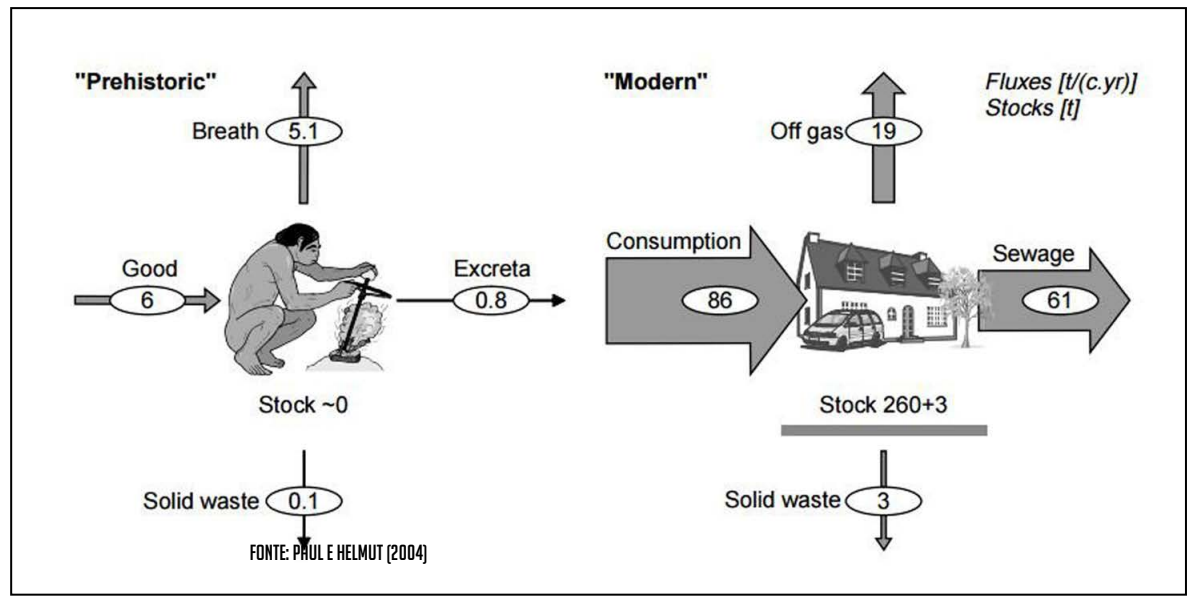
Materiais – AFM, aliada ao método de Estudo de Caso. Yin (2015, p. 32) define o estudo de caso como "uma investigação empírica que explora um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real". Ele também enfatiza que esse método é particularmente adequado quando o pesquisador deseja considerar as condições contextuais como parte essencial da investigação. Nesse sentido, o contexto dos eletroeletrônicos surge como uma oportunidade ideal para a aplicação prática dessas ferramentas.

Gil (2002, p. 54), por sua vez, conceitua o Estudo de Caso como um método que pode "descrever a situação do contexto em que está sendo realizada uma investigação específica". Dado que o contexto desempenha um papel crucial na aplicação da pesquisa, o método de estudo de caso torna-se igualmente relevante. Dessa forma, este artigo propõe utilizar o caso do voluntariado como um cenário prático para aplicar a combinação do Geoprocessamento com a Avaliação de Fluxo de Materiais.

A Avaliação de Fluxo de Materiais – AFM ou Material Flow Assessment – MFA é uma técnica versátil, aplicável em sistemas pré-definidos, como usinas, instalações industriais ou mesmo municípios e instituições, com o objetivo de compreender os fluxos e estoques de materiais. Paul e Helmut (2004) definem a Avaliação de Fluxo de Materiais como "uma avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema delimitado no espaço e no tempo" e que "conecta as fontes, os caminhos, e os sumidouros intermediários e finais de um material." O princípio fundamental da AFM é a lei da conservação da matéria, onde os resultados podem ser verificados por meio de um balanço de materiais, comparando todas as entradas, estoques e saídas dentro de um sistema.

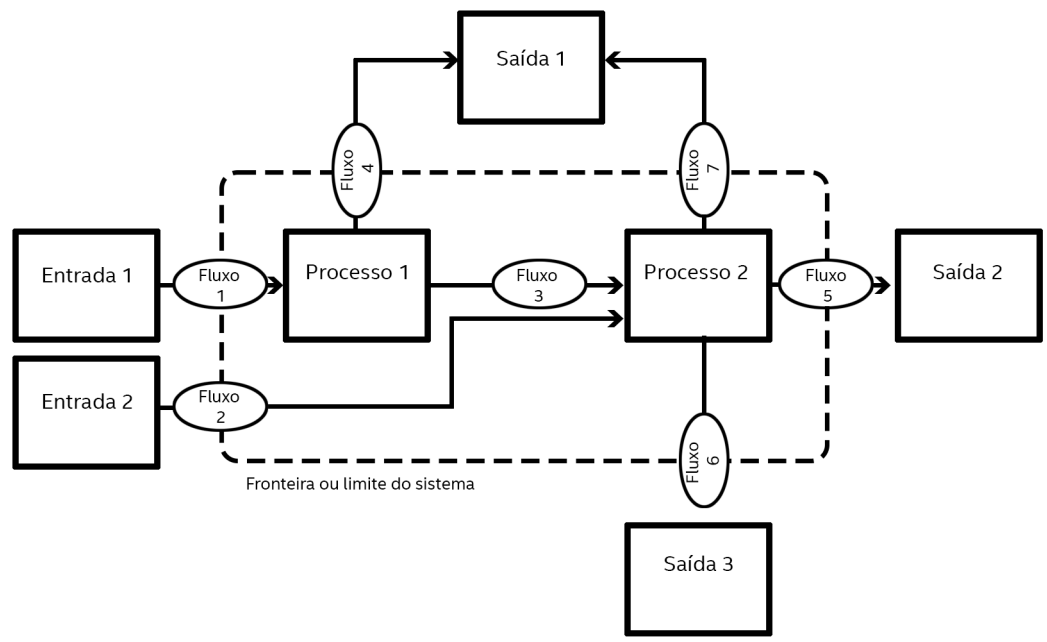
A figura 2 mostra o modelo mais simples possível do que representa a Avaliação de Fluxo de Materiais. Em poucas palavras, é a quantificação de tudo que entra, tudo que é estocado e tudo que sai de um determinado sistema. O modelo mais apropriado para aplicação desta ferramenta ou técnica pode ser visualizado na figura 3.

Figura 2 | O volume de materiais utilizado pelo homem primitivo em seu "lar privado" era cerca de uma ordem de magnitude menor do que o consumo atual de bens



FONTE: PAUL E HELMUT (2004)

Figura 3 | Representação esquemática geral de um diagrama Análise de Fluxo de Materiais



Este método pode ser aplicado em uma ampla variedade de contextos, desde que o sistema de análise seja claramente delimitado. Pinto et al. (2014) apresentam um modelo conceitual para a análise de fluxo de materiais no processo de extrusão de fibras ópticas poliméricas. Shirado (2014), por sua vez, aplica seu modelo de análise de fluxo de materiais em uma estação de tratamento de esgoto. Com isso, torna-se viável considerar a aplicação da Análise de Fluxo de Materiais em uma escala municipal, avaliando tudo o que entra e sai da cidade em diferentes categorias. Um exemplo dessa

aplicação é o trabalho de Cui et al. (2019), que abordaram o metabolismo urbano e a análise de fluxo de materiais, considerando entradas, saídas e estoques em diversos setores, como a indústria e a agricultura.

Outro enfoque relevante é o adotado por Kolkwitz et al. (2023), que combinaram a análise de metabolismo urbano e de fluxo de materiais com a morfologia urbana. Para Zaidan (2017, p. 198), o geoprocessamento não é meramente uma ferramenta, mas um verdadeiro ramo de atividades, descrito como "um conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e/ou informações espaciais ou georreferenciadas". Zaidan (2017) ainda contextualiza o geoprocessamento historicamente, citando casos como o da Batalha de Yorktown, em que o cartógrafo francês Louis-Alexandre Berthier usou a cartografia para ilustrar a movimentação das tropas, e o de John Snow, um infectologista britânico que mapeou os casos de cólera em Londres, permitindo a identificação da cisterna que era a fonte da epidemia.

As geotecnologias, por outro lado, são definidas como um "conjunto de tecnologias para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica" (Burrough & McDonnell, 1998). Nesse sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma geotecnologia que faz parte do ramo do geoprocessamento, abrangendo não apenas softwares, mas um sistema completo para armazenar, manipular e transformar dados em informações. Burrough e McDonnell (1998) afirmam que o SIG envolve um conjunto de pessoas, técnicas, softwares e hardwares que coletam e produzem dados georreferenciados, que são posteriormente armazenados, editados e processados para gerar novos dados ou transformá-los em informações disponibilizadas em diferentes sistemas.

Liu et al. (2019) propõem uma estrutura que integra a análise de estoques e fluxos de materiais com a análise espacial, argumentando que a inclusão da dimensão espacial pode melhorar a gestão e visualiza-

ção de dados, identificar padrões, processos e fatores espaçotemporais, além de desenvolver modelos dinâmicos e espacialmente explícitos para simular e avaliar melhor os estoques e fluxos de materiais. Essa abordagem também visa superar as limitações atuais em termos de dimensões espaciais, temporais e organizacionais, avançando a sustentabilidade na ecologia industrial. Em linha com essa proposta, Liu et al. (2022) trabalham a combinação entre Avaliação de Fluxo de Materiais e Sistemas de Informação Geográfica, integrando-a aos processos de construção, demolição, substituição e manutenção, estimando com precisão os fluxos de materiais em cidades em rápida urbanização, como Xiamen.

Em outras palavras, o conjunto de técnicas e ferramentas conhecido como Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas (SIG) envolve a coleta e o preparo de dados, os quais podem ser denominados como Z, com variáveis espaciais X e Y, para transformá-los em informações úteis. Assim, ao delimitar uma região específica no globo terrestre como o sistema de interesse, torna-se possível analisar o tipo e a origem dos materiais, quantificar seus estoques, identificar os processos pelos quais passam e determinar seus destinos finais.

4 RESULTADOS

Durante o voluntariado de conserto de eletroeletrônicos, o processo de recepção incluía o registro detalhado de cada item em uma planilha, que catalogava diversas variáveis, como o código atribuído ao item, número do recebimento, nome do receptor, nome do proprietário do aparelho, status, e informações de endereço. Antes de ser utilizada no âmbito deste projeto, a planilha precisou passar por um processo de tratamento. Foram realizadas correções nos nomes de bairros e municípios, além da substituição das cores que indicavam o status dos itens por um sistema de codificação simples, mas essencial para a manipulação dos dados em outros programas. A figura 4 exemplifica os dados presentes na planilha.

Figura 4 | Imagem ilustrativa da planilha de recepção dos eletroeletrônicos

Nº de recebimento	Data de recebimento	Nome do receptor EEE Unisinos	Nome completo	Status
E1	13/05/2024	Nome do receptor	Nome completo	Limpo e ligado, painel de comando não funciona
E1	13/05/2024	Nome do receptor	Nome do receptor	Botões estão trocado de lugar, sugestão de levar em um especialista para troca de fita, controle está funcionando parcialmente
E1	13/05/2025	Nome do receptor	Nome completo	
	Data de devolução	Endereço	Cidade	Bairro
	24/05/2024	Nome da rua e nº da casa	Cidade	Bairro
	24/05/2024	Nome da rua e nº da casa	Cidade	Bairro
	13/05/2024	Nome da rua e nº da casa	Cidade	Bairro

A partir dos dados iniciais, foi necessário gerar novas informações para viabilizar a espacialização e estilização dos pontos. Com base nas datas de recebimento dos aparelhos na Unisinos e de devolução aos donos, foi criado o IDD, um número que indica a ordem cronológica dos eventos, em que os números menores correspondem a datas mais antigas. Os dados de endereço foram unificados por meio do comando CONCAT, resultando em endereços completos que pudessem ser facilmente localizados em uma pesquisa no Google, um passo crucial para gerar as coordenadas X e Y usando as ferramentas disponíveis no Google Sheets.

Além disso, foram aplicados filtros de cores para isolar os equipamentos de acordo com o status e agilizar a aplicação de padrões. Neste caso, "SIM" indica os aparelhos que foram consertados, "NÃO" refere-se aos que não puderam ser reparados, e "PARCIAL" identifica aqueles que, embora estejam funcionando, ainda apresentam algum defeito ou ressalva. O resultado deste processo pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 | Novas variáveis criadas a partir da planilha original

DD	ENDEREÇO COMPLETO	Y	X	STATUS
5443	Endereço completo através de contatenação	xx,xxxxxxx	xx,xxxxxxx	PARCIAL
5441	Endereço completo através de contatenação	xx,xxxxxxx	xx,xxxxxxx	SIM
5439	Endereço completo através de contatenação	xx,xxxxxxx	xx,xxxxxxx	NÃO

Uma vez que a planilha foi preparada para uso em softwares de Geoprocessamento, iniciou-se a segunda fase

do processo. Utilizando o software de código aberto QGIS, a planilha foi importada como um arquivo .csv e posteriormente convertida em um shapefile de pontos. Diante das limitações nas informações disponíveis dos municípios, decidiu-se restringir a análise ao município de São Leopoldo, utilizando o shapefile fornecido pela SEMA (2018) como base para delimitar a região de interesse, estabelecendo assim o sistema de análise.

Com os dados espacializados, foram importados outros dois shapefiles essenciais para a análise: a Mancha de Inundação (Possanti & Ruhoff, 2024) e os bairros de São Leopoldo.

Isso permitiu identificar que alguns pontos estavam localizados fora da área de inundação, indicando que esses endereços pertenciam a locais, onde as pessoas afetadas estavam temporariamente abrigadas. Esses pontos foram, portanto, excluídos da análise, sendo necessário um novo recorte dos pontos baseados na mancha de inundação.

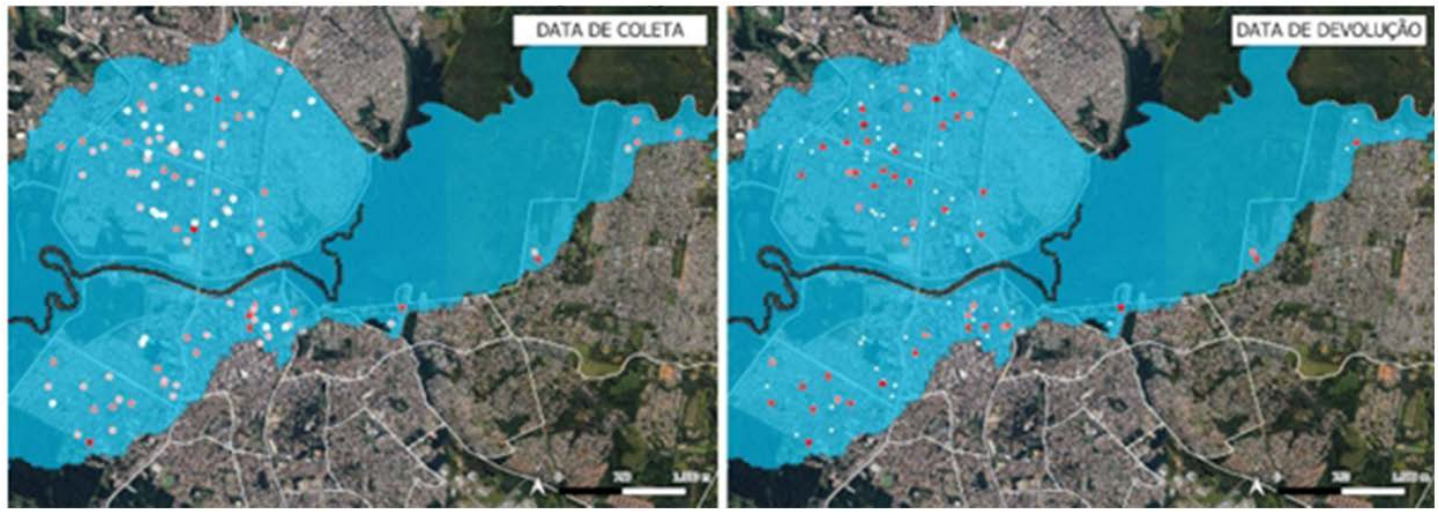
O primeiro mapa produzido foi um mapa de distâncias, no qual os pontos foram classificados de acordo com sua proximidade ao leito do rio. Para realizar esse cálculo, foi essencial garantir que os shapefiles estivessem em um sistema de projeção que utilizasse metros como unidade de medida. Com essa configuração correta, o próprio software permitiu o cálculo de distâncias sem a necessidade de ferramentas externas.

Partiu-se do princípio de que as casas mais próximas ao leito do rio seriam as últimas a verem a água da cheia recuar. Consequentemente, esperava-se que fossem também as últimas a enviar eletroeletrônicos para conserto e, posteriormente, as últimas a recebê-los de volta. Entretanto, é importante considerar que houve exceções, visto que algumas pessoas arriscaram entrar em suas casas enquanto as águas ainda estavam altas. Esse fator também foi considerado na otimização dos processos de reparo e devolução dos aparelhos. A figura 5 é o resultado do cálculo de distância dos pontos em relação ao leito do rio. A cor vermelha indica a proximidade com o rio.

Figura 5 | Mapa de distância dos pontos em relação ao leito do rio

Considerando isto, outros dois mapas foram produzidos (figura 6). O mesmo método de graduação foi utilizado, porém, aplicado ao ID que foi anteriormente gerado para a data de recebimento dos eletroeletrônicos e a data de devolução aos donos. Neste segundo caso, os aparelhos ainda não finalizados foram isolados, sendo estes os pontos menores no mapa da figura 6, à direita. A cor vermelha indica as datas mais antigas.

Figura 6 | Mapa de graduação em relação às datas



FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

A partir destes mapas podemos observar que não há um padrão conscientemente definido para a devolução dos eletroeletrônicos. Em meio à emergência causada pelas enchentes, é comum que os processos não sejam feitos de forma padronizada ou automatizada. No

entanto, observou-se que é possível aprimorá-los para próximas ocorrências.

Com todos os dados produzidos para criação destes mapas, propôs-se fazer estimativas a respeito de quantos foram os atingidos e quantos eletroeletrônicos poderiam ter sido danificados pela elevação da água. Para isso, foram considerados somente os bairros atingidos pelas cheias e sua população oficial. O resultado pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2 | Cálculos e estimativas sobre população

Estimativas			
População Total dos Bairros Atingidos	186286	Área Total dos Bairros Atingidos	53,84
População Estimada Atingida	60710,6	Área Inundada nos Bairros Atingidos	17,55

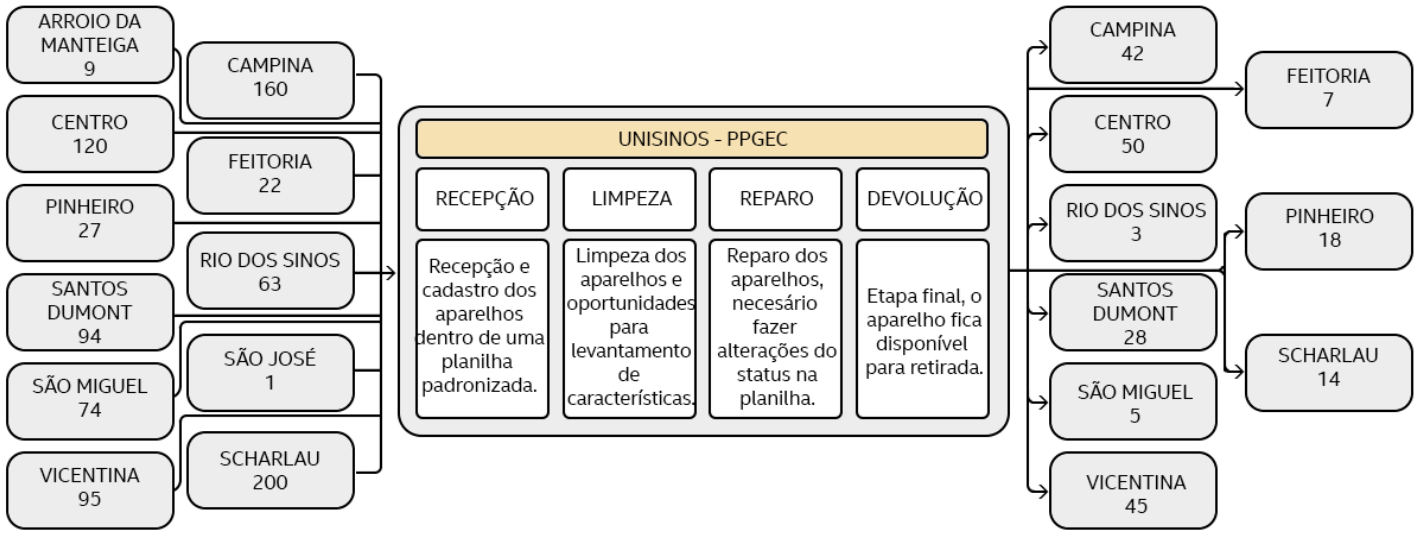
Utilizando as ferramentas disponíveis no QGIS, foram selecionados apenas os bairros que faziam contato com a mancha de inundação. Sendo assim, considerando a área total de 53,84 km^2 e a área inundada de 17,55 km^2, chegou-se a 32,59% dessa área atingida. Logo, considerando que a população destes bairros totaliza 186.286 pessoas e que a porcentagem de atingidos seja a mesma da área inundada, pode-se estimar que 60.710,6 pessoas foram diretamente atingidas pelas inundações somente no município de São Leopoldo.

Considerando famílias de três pessoas, é possível estimar 20.000 unidades de cada eletroeletrônico que figure entre os mais comuns. É necessário reforçar que estes números não são absolutos. Em primeiro lugar, o caminho encontrado para estimar a população atingida foi a aplicação da porcentagem do território inundado sobre a população total, portanto, um método que considera que a população se distribui uniformemente sobre esse espaço. Desconsiderou-se, portanto, edificações com mais de um andar e espaços vazios dentro da cidade. Além disso, a intenção é estimar apenas a população atingida diretamente pela água, e não a população afetada de outras formas.

Uma vez que a dimensão espacial e as estimativas fo-

ram exploradas, o último passo previsto é a elaboração do diagrama de Avaliação de Fluxo de Materiais - AFM. Portanto, com os dados disponíveis e utilizando o LucidChart foi possível elaborar o seguinte diagrama:

Figura 7 | Diagrama de Avaliação de Fluxo de Materiais

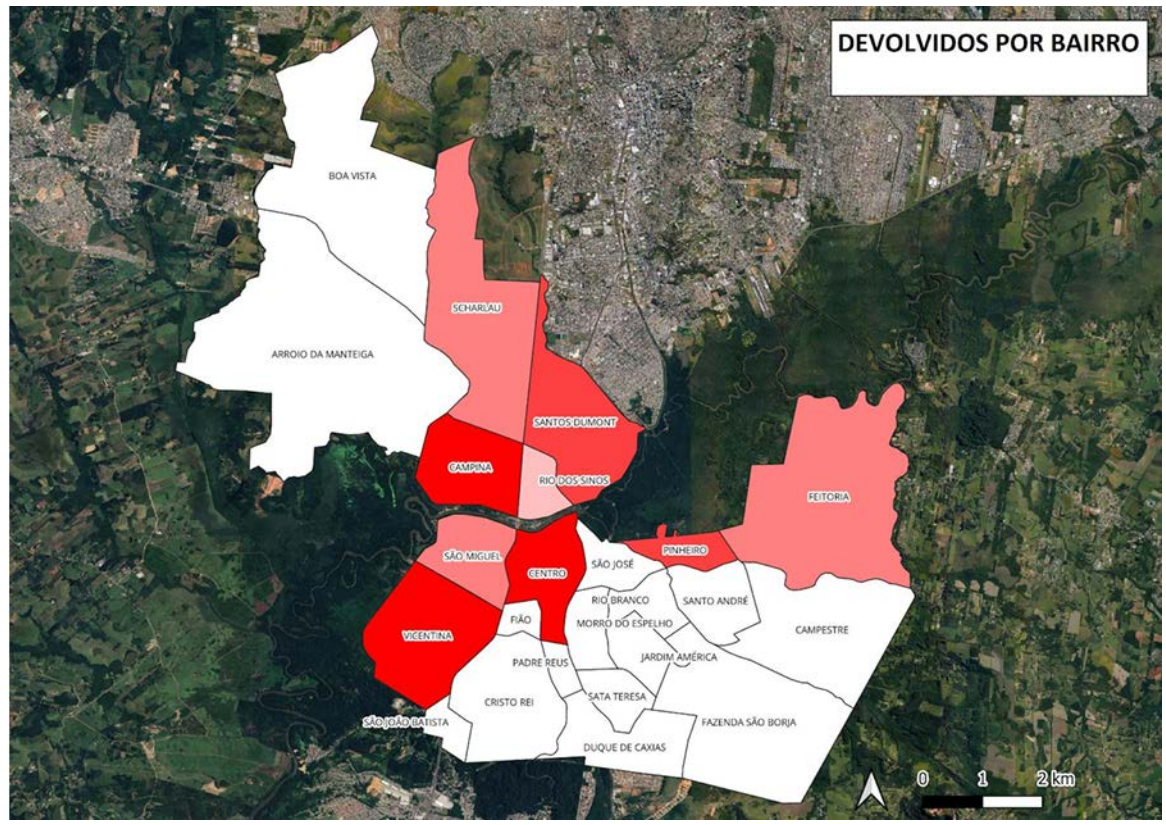


FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

À esquerda, estão listados os aparelhos recebidos e seus respectivos bairros de origem. Esses aparelhos são recebidos na UNISINOS, onde foram devidamente registrados e passaram por um processo de limpeza antes de serem consertados. Após o conserto, ficaram disponíveis para que os donos os buscassem. À direita na figura 7, estão os aparelhos já devolvidos e seus respectivos bairros.

Essa organização permite visualizar com mais clareza que alguns bairros têm números maiores de aparelhos recebidos em comparação a outros, e que não necessariamente há uma relação direta entre os números de entrada e saída. Quando a planilha foi fechada, o bairro Scharlau apresentava o maior número de eletroeletrônicos recebidos, mas menos de 10% desses aparelhos foram consertados. Considerando a posição dos bairros em relação à mancha de inundação, faria mais sentido priorizar o bairro Scharlau em relação aos outros bairros.

Figura 8 | Mapa indicando a quantidade de aparelhos devolvidos por bairro



O principal desafio encontrado até aqui foi a quantidade de dados ainda muito limitada, tanto em relação aos dados oficiais que seriam normalmente disponibilizados pelos municípios quanto aos dados produzidos no âmbito da pesquisa. Para que a Avaliação de Fluxo de Materiais esboçada na pesquisa seja completa, é necessário incluir dados sobre o tipo de aparelho, massa e outras especificidades, além do aprofundamento das etapas a partir da entrada dos materiais até sua saída. Portanto, para os próximos passos, é essencial fazer a integração entre os dados espaciais produzidos e estes outros dados que, embora estejam disponíveis e seja possível trabalhá-los, não foram considerados para este primeiro momento.

Por fim, serão feitas duas proposições. Em primeiro lugar, a padronização da planilha de controle de entrada e saída dos eletroeletrônicos, mantendo os dados de endereço devidamente separados – rua, número, bairro e cidade–, com uma coluna já preparada para receber a concatenação visando extrair o endereço completo para uso de ferramentas de georreferenciamento, e utilizando variáveis de texto para definir o status do aparelho. Em segundo lugar, a priorização no conserto de eletroeletrônicos a par-

tir da distância do leito do rio quando a ação ocorre em períodos de cheia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas colocam a sociedade brasileira diante de desafios complexos e urgentes, exigindo respostas inovadoras e adaptativas. A análise realizada neste estudo destaca a importância de integrar ferramentas como o Geoprocessamento e a Avaliação de Fluxo de Materiais (AFM) na gestão de crises e na logística de resposta a eventos extremos, como as enchentes que devastaram o Rio Grande do Sul em 2024.

O caso específico do voluntariado da UNISINOS, focado no reparo de eletroeletrônicos danificados pela água, ilustra o potencial dessas ferramentas para otimizar processos e melhorar a eficiência das ações de mitigação. Ao espacializar os dados de recebimento e devolução dos aparelhos, foi possível identificar padrões de comportamento e propor soluções que consideram tanto as condições locais quanto às necessidades imediatas das populações afetadas.

No entanto, o estudo também revela limitações significativas, principalmente no que diz respeito à disponibilidade e à qualidade dos dados utilizados. A falta de dados detalhados e atualizados compromete a precisão das análises e impede uma aplicação mais abrangente da AFM. Portanto, a padronização e o aprimoramento dos sistemas de coleta de dados são fundamentais para o sucesso de iniciativas semelhantes no futuro, o que levaria a uma melhor organização de uma ação extensionista desta envergadura. Portanto, este trabalho reforça a necessidade de aplicar de forma mais ampla e integrada as tecnologias já disponíveis, aproveitando ao máximo o potencial do Geoprocessamento e da Avaliação de Fluxo de Materiais. A implementação dessas soluções não apenas otimiza os recursos em situações de emergência, mas também contribui para a construção de uma sociedade mais resiliente e preparada para enfrentar os desafios das mudanças climáticas. Para o futuro, a adoção de práticas padronizadas na gestão de dados e a

priorização de ações baseadas em análises espaciais podem se tornar diferenciais importantes na resposta a eventos climáticos extremos no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Estudo aponta que enchentes de 2024 foram maior desastre natural da história do RS e sugere caminhos para futuro com eventos extremos mais frequentes. Portal Gov.br, 30 abr. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-aponta-que-enchentes-de-2024-foram-maior-desastre-natural-da-historia-do-rs-e-sugere-caminhos--para-futuro-com-eventos-extremos-mais-frequentes. Acesso em: 11 maio 2025.

ALMEIDA, Daniella. Rio Grande do Sul confirma 20ª morte por leptospirose após enchentes. Agência Brasil, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2024-06/rio-grande-do-sul-confirma--20a-morte-por-leptospirose-apos-enchentes>. Acesso em: 9 ago. 2024.

ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. Seca que afetou a Amazônia em 2023 causou a maior queda nos níveis dos rios já registrada e está relacionada a mudanças climáticas, mostra estudo. Jornal da Unesp, 24 abr. 2024. Disponível https://jornal.unesp.br/2024/04/24/seca-que-afetou-a-amazonia-em-2023-causou-a-maiorqueda-nos-niveis--dos-rios-ja-registrada-e-esta-relacionada-a-mudancas-climaticas-mostra-estudo/. Acesso em: 11 maio 2025.

BORGES, Alan de Sá. Desafios da engenharia diante ao cenário nacional de enchentes e deslizamentos de terra. Revista F&T, v. 27, n. 124, jul. 2023. Disponível em: https://revistaft.com.br/desafios-da-engenharia-diante-ao-cenario-nacional-de-enchentes-e-deslizamentos-de-terra/. Acesso em: 11 maio 2025.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (Cemaden). Cemaden analisa as chuvas extremas de 2021, ocorridas no norte de MG e sul da BA, com abordagem no monitoramento e alertas. Portal Gov.br, 2 fev. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/cemaden-analisa-as-chuvas-extremas-de-2021-ocorridas-no-norte-de-mg-e-sul-da-ba-com-abordagem--no-monitoramento-e-alertas. Acesso em: 11 maio 2025.

CHUVAS na Bahia já deixam 20 mortos; mais de 470 mil pessoas foram afetadas. CNN Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/chuvas-na-bahia-ja-deixam-20-mortos-mais-de-470-mil-pessoas-foram-afetadas/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS (COMITESINOS). Manifestação do Comitê Sinos sobre a reconstrução dos diques no Rio dos Sinos. Comitê Sinos, 2025. Disponível em: https://www.comitesinos.com.br/noticias/manifesta%C3%A7%C3%A3o-do-comitesinos-sobre-a-reconstru%-C3%A7%C3%A3o-dos-diques-no-rio-dos-sinos. Acesso em: 11 maio 2025.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS (COMITESINOS). Mapas. Disponível em: https://www.comitesinos.com.br/mapas. Acesso em: 11 mai. 2025.

GAMA, Guilherme. Amazônia perdeu 3,6% da água de rios e lagos em 2024, aponta relatório. CNN Brasil, 24 mar. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil/amazonia-perdeu-36-da-agua-de-rios-e-lagos-em-2024-aponta-relatorio/. Acesso em: 11 maio 2025.

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

KOLKWITZ, Michael; LUOTONEN, Elina; HUUHKA, Sampo. How changes in urban morphology translate into urban metabolisms of building stocks: A framework for spatiotemporal material flow analysis and a case study. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, v. 50, n. 6, p. 1559-1576, 2023.

LIU, Y.; LI, J.; CHEN, W. Q.; SONG, L.; DAI, S. Quantifying urban mass gain and loss by a GIS-based material stocks and flows analysis. Journal of Industrial Ecology, v. 26, n. 3, p. 1051-1060, 2022.

LIU, Y.; CHEN, W. Q.; LIN, T.; GAO, L. How spatial analysis can help enhance material stocks and flows analysis? Resources, v. 8, n. 1, p. 46, 2019.

MUNHOZ, Fábio. Em menos de 1 ano, ao menos 132 pessoas morreram em decorrência das chuvas no RS. CNN Brasil, 4 maio 2024. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/em-menos-de-1-ano-ao-menos--131-pessoas-morreram-em-decorrencia-das-chuvas-no-rs/. Acesso em: 11 maio 2025.

ONDAS de calor: como se forma o fenômeno que é cada vez mais comum no Brasil. G1, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/03/14/onda-de-calor-como-se-forma-o-fenomeno-que-e--cada-vez-mais-comum-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 9 ago. 2024.

POSSANTTI, I.; MÜLLER, J.; RUHOFF, A. (Editores). Cheias no Rio Grande do Sul - Base de dados e informações geográficas na Região Hidrográfica do Lago Guaíba e na Lagoa dos Patos em 2024. UFRGS, 2024. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/a81d69f4bccf42989609e3fe64d8ef48>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PINTO, J. T. D. M.; AMARAL, K. J.; JANISSEK, P. Potencialidades da análise de fluxo de materiais no processo produtivo de fibras ópticas poliméricas. Polímeros, v. 24, p. 324-331, 2014.

PAUL, H.; HELMUT, R. Practical handbook of material flow analysis. Washington, DC: Lewis Publishers, 2004.

RAYMOND, Colin; MATTHEWS, Tom; HORTON, Radley M. The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. Science Advances, v. 6, n. 19, p. eaaw1838, 2020.

RIO Grande do Sul tem mais de 180 mil desalojados por conta das cheias. GZH, 2024. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2024/05/sao-leopoldo-tem-mais-de-180-mil-desalojados-por-conta--das-cheias-clvukphnf00000152v1pqewsc.html>. Acesso em: 9 ago. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Chuvas de novembro afetaram quase 700 mil pessoas no Estado. Portal do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 27 nov. 2023. Disponível em: https://www.estado.rs.gov.br/chuvas-de-novembro--afetaram-quase-700-mil-pessoas-no-estado. Acesso em: 11 maio 2025.

RIO GRANDE DO SUL. Enchentes de setembro de 2023. Portal do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 6 set. 2023. Disponível em: https://www.rs.gov.br/enchentes-de-setembro-de-2023. Acesso em: 11 maio 2025.

SÃO Leopoldo terá hospital de campanha, anuncia governo federal. Vale do Sinos, 2024. Disponível em: <https://valedosinos.org/sao-leopoldo-tera-hospital-de-campanha-anuncia-governo-federal/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SOUZA, Beto. Brasil teve ondas de calor em todos os meses de 2024; veja quando será a próxima. CNN Brasil, 10 out. 2024. Disponível https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-teve-ondas-de-calor-em-todos-os-meses--de-2024-veja-quando-sera-a-proxima/. Acesso em: 11 maio 2025.

SOS Rio Grande do Sul. G1, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SUBIU para R$ 11 bilhões prejuízo com as chuvas no RS. CNM, 2024. Disponível em: <https://cnm.org.br/comunicacao/noticias/sobe-para-r-11-bilhoes-prejuizo-com-as-chuvas-no-rs>. Acesso em: 9 ago. 2024.

UNISINOS atua na recuperação de eletroeletrônicos de casas atingidas pelas enchentes. Unisinos, 2024. Disponível em: https://www.unisinos.br/noticias/acao-de-recuperacao-de-eletroeletronicos-de-casas-atingidas-pelas-enchentes/#:~:text=Desde%20maio%2C%20a%20Unisinos%20atua,da%20Universidades%2C%20al%C3%A9m%20de%20volunt%C3%A1rios. Acesso em: 9 ago. 2024.

YIN, Robert K. Estudo de Caso: Planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

RESUMO DE TCC

MAPEAMENTO DA APP NO ENTORNO DE CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

BRUNO CENSI DOS SANTOS
(AUTOR PRINCIPAL) - ENGENHEIRO AMBIENTAL E SANITARISTA/UFSM - BRUNOCENSY@HOTMAIL.COM
WILLIAN FERNANDO DE BORBA • ALINE FERRÃO CUSTODIO PASSINI • RAPHAEL CORRÊA MEDEIROS
ALINE CORACINI MALGARIN • ALEXANDRE COUTO RODRIGUES

RESUMO: A preservação das áreas de preservação permanente em cursos de água é de extrema importância para a manutenção da vida aquática e do equilíbrio ambiental. Este estudo teve por objetivo delimitar e verificar o entorno de pequenas centrais hidrelétricas na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Foram escolhidas três usinas instaladas em diferentes pontos junto à bacia hidrográfica do Rio Fortaleza. Para o processamento das imagens e delimitação das áreas de preservação, foi utilizado o software QGIS, por meio da ferramenta buffer. Para cada área foi criado um layer, analisado separadamente e comparado as normativas vigentes. Na Usina Carlos Bevilácqua, observou-se a jusante do reservatório com largura de 30 metros, sendo um resultado satisfatório de acordo com a legislação vigente para o Estado do Rio Grande do Sul. Já o reservatório, mesmo contendo áreas preservadas, apresentou 20% da área sem cobertura vegetal nas margens. A menor parcela de preservação foi identificada na Usina Granja Velha, sendo necessário 13% de ações ao longo do leito e 18% ao redor do reservatório. Assim, conclui-se que algumas áreas, seja em relação à margem ou ao leito do reservatório apresentam pontos em desacordo com a legislação, mas que podem ser facilmente resolvidas, pois são apenas algumas faixas isoladas ou pontos específicos.

PALAVRAS-CHAVES: Área de preservação permanente, QGIS, Impacto ambiental, Pequenas Centrais Hidrelétricas.

ABSTRACT: The preservation of permanent preservation areas along watercourses is of utmost importance for maintaining aquatic life and environmental balance. This study aimed to delimit and assess the surroundings of small hydroelectric power plants in the northwestern region of the state of Rio Grande do Sul. Three plants installed at different points along the Fortaleza River basin were selected. For image processing and delimitation of the preservation areas, QGIS software was used through the buffer tool. A separate layer was created for each area, analyzed individually, and compared with current regulations. At the Carlos Bevilácqua Plant, a 30-meter-wide downstream area from the reservoir was observed, which is a satisfactory result according to the current legislation in the state of Rio Grande do Sul. However, the reservoir, despite having some preserved areas, showed 20% of its margins without vegetation cover. The lowest level of preservation was identified at the Granja Velha Plant, where 13% of actions were needed along the riverbed and 18% around the reservoir. Thus, it is concluded that some areas, whether along the margins or the reservoir bed, show points of non-compliance with the legislation, but these can be easily resolved, as they are just a few isolated strips or specific spots.

KEYWORDS: Permanent Preservation Area, QGIS, Environmental Impact, Small Hydroelectric Power Plants.

INTRODUÇÃO

A Geração de energia elétrica pode ocorrer de diversas formas, sendo a principal a partir dos recursos hídricos em usinas hidrelétricas. Dentre os três tipos de usinas, as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) destacam-se como aquelas que apresentam menores impactos ao meio ambiente. Esses empreendimentos diferem-se entre si pela potência de geração, sendo a CGH com até um Megawatts (MW) de potência instalada, Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) com potência entre 1,1 e 30 MW e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), com mais de 30 MW (ANA, 2013).

O Estado do Rio Grande do Sul contava, em 2021, com 163 empreendimentos hidrelétricos outorgados, sendo que 59 são CGH (SEMA, 2021), o que representa 39,20 % do total. Assim, verifica-se a importância desse tipo de usina no setor de geração de energia. Porém, como toda à atividade interferente no meio ambiente, possui uma série de questões relacionadas à minimização dos impactos gerados, sendo uma delas, a conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP): a montante e a jusante do reservatório. Diversos estudos realizados tiveram como objetivo, além de mapear a APP na área de influência de empreendimentos hidrelétricos e analisar os impactos no meio (LUCAS et al., 2023).

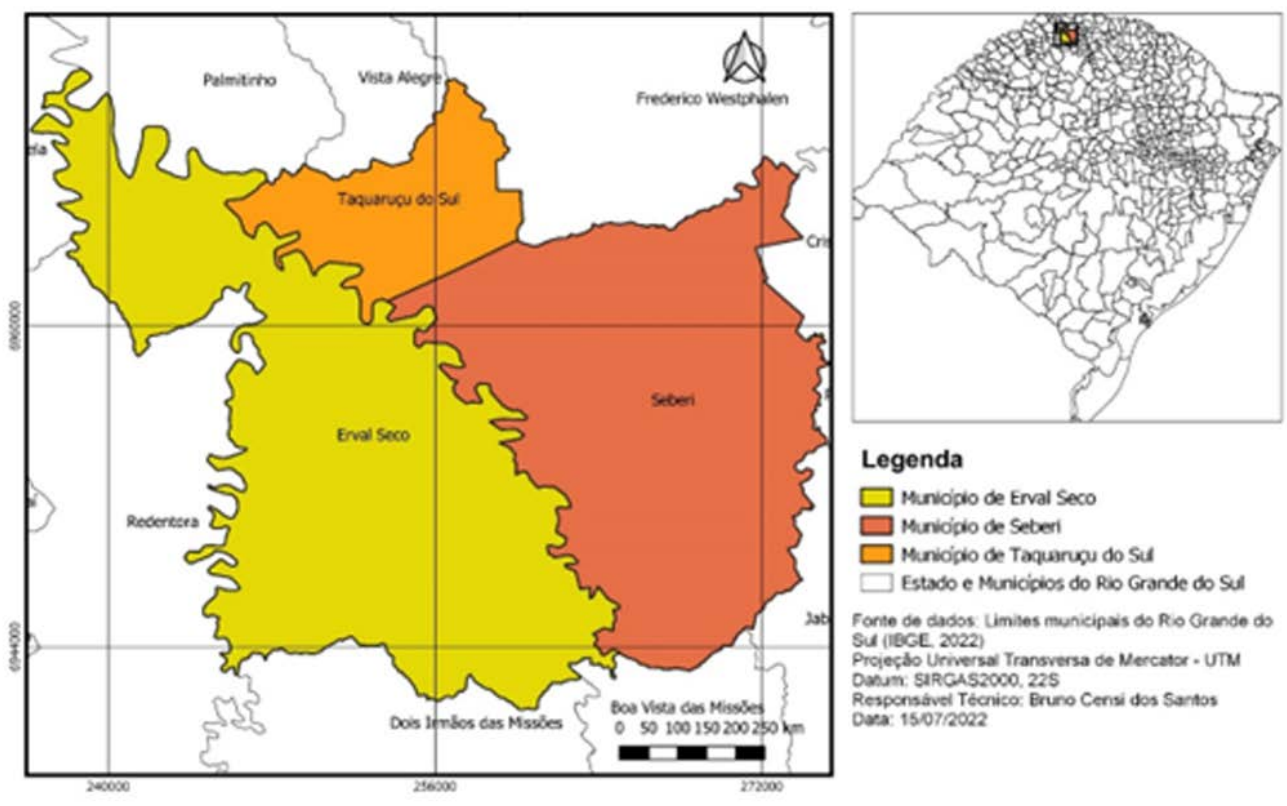
No caso desse tipo de atividade, a APP deve possuir uma faixa mínima, definida pela Resolução CONSEMA nº 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018), sendo que seu mapeamento, delimitação e manutenção é uma importante ferramenta no processo de gestão dos recursos hídricos. Aliado a isso, a aplicação de métodos com uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) destaca-se como uma ferramenta essencial como instrumento de mapeamento na área ambiental. Nesse sentido, esse estudo tem por objetivo mapear a APP no entorno do reservatório de três CGH localizadas no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A base de dados, a fins de descrever e elaborar esse trabalho, foi a partir de pesquisas bibliográficas em livros, dissertações, teses, artigos publicados, conteúdo da própria Cooperativa de Geração e Distribuição de Energia (CRELUZ). Analisaram-se estudos que abordassem os temas como: Largura de APP para pequenos empreendimentos de geração de energia elétrica, bem como, APP em reservatórios artificias e na encosta de cursos d'água desses locais das usinas. No Estado do Rio Grande do Sul, a Resolução CONSEMA nº 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018), estabelece as faixas mínimas de APP para empreendimentos. A importância das APP para o meio ambiente, entre outros assuntos relacionados ao tema. O estudo para cada CGH foi realizado, em série, de acordo com o fluxo do rio. A figura 1 ilustra a localização dos municípios objetos desse estudo.

Figura 1 |Localização dos municípios de Erval Seco, Seberi e Taquaruçu do Sul (RS)



FONTE: CONSTRUÍDO PELO AUTOR A PARTIR DE DADOS DO IBGE (IBGE, 2022).

Optou-se por realizar o Mapeamento da APP de três das Centrais Geradoras Hidrelétricas pertencentes ao Grupo CRELUZ. Estas que estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Fortaleza. Foi nessa concepção

que se buscou localizar e identificar as APP no entorno dos reservatórios (barragens) e no leito desse curso d'água, tanto à montante como a jusante do rio Fortaleza e estudar sobre proteção e preservação desses locais.

Delimitação das áreas de APP

Para a delimitação das áreas de APP foi utilizado o software QGIS (QGIS, 2022), por meio da ferramenta buffer, conforme a faixa de cada APP. Assim, para cada área analisada foi criado um layer no software e analisado separadamente, e os resultados comparados com as normativas vigentes. As imagens utilizadas foram obtidas no software Google Eath Pro (GOOGLE, 2022) para cada área de estudo.

A análise e estudo de cada APP sobre cada CGH foi realizado através de imagens aéreas. Tecnicamente delimitou-se minuciosamente a faixa de APP para cada usina comparando às legislações federais Lei 12.561 de 25 de maio de 2012 em seu Art. 5° e a Resolução CONAMA n° 303 de 20 de março de 2002 em seu Art. 3°. Bem como, resolução estadual Consema n° 388 de 08 de novembro de 2018, assim, analisou-se à característica de cada CGH.

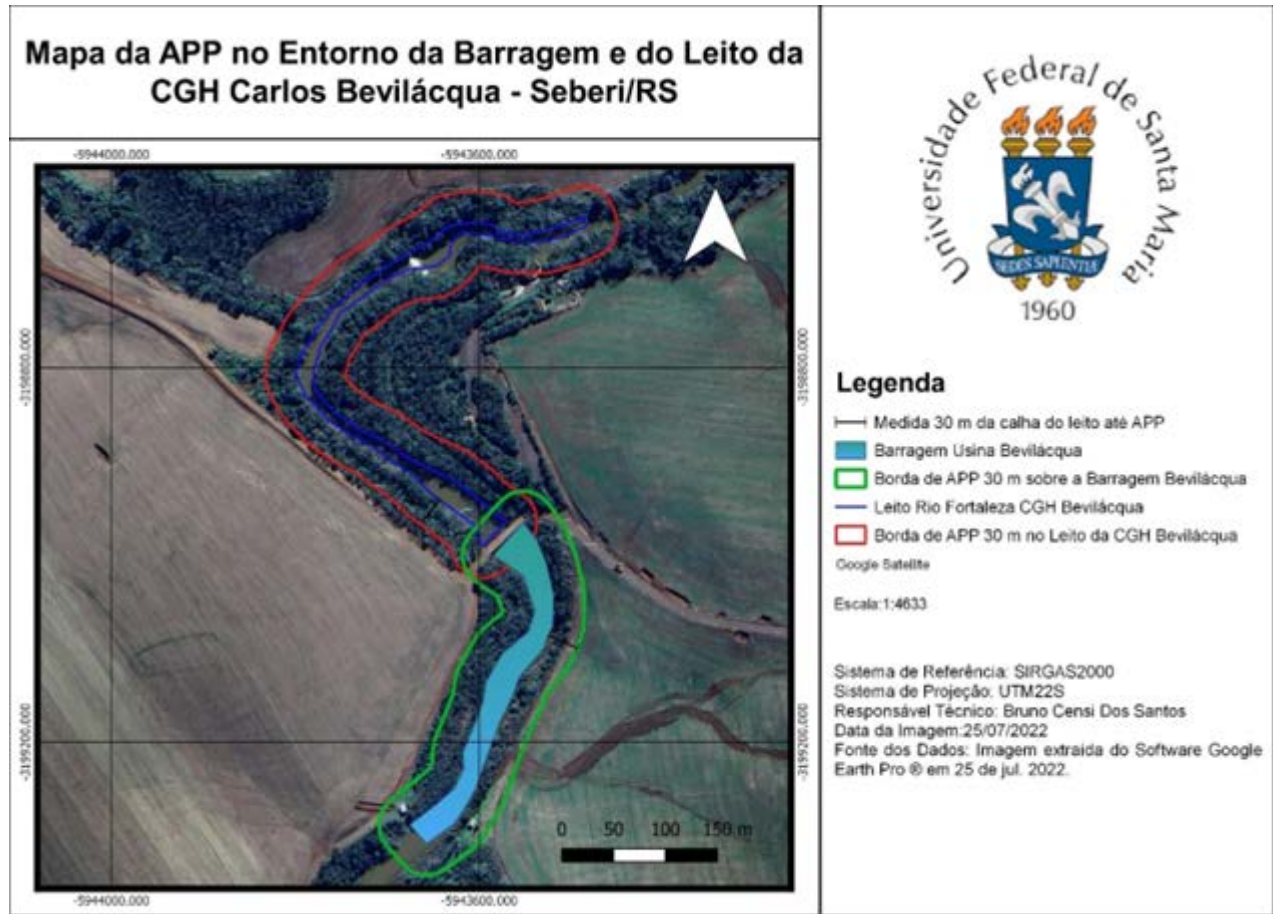
A largura do trecho do rio e o tamanho de cada empreendimento eram diferentes, o que resultou em metragem diferentes de APP por CHG delimitada. A CGH Carlos Bevilácqua abrangeu uma área de estudo de 575 m. Já a CGH Fortaleza 1000 m e a CGH Granja Velha aproximadamente 560 m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mapeamento da APP na CGH Carlos Bevilácqua (figura 2) localizada no município de Seberi – RS, pode-se observar que sobre o leito do rio, a jusante da barragem às APP ficara praticamente todas dentro do parâmetro definido pela legislação. Nesse trecho do rio Fortaleza a largura é de no máximo 10 m, que se enquadra, segundo a Resolução CONSEMA nº 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018), uma APP de 30 m.

No entorno do reservatório da barragem, a determinação é que a APP seja de no mínimo 30 m. Observou-se a existência de pontos preservados com a cobertura de vegetação nativa em estágio primário e pequenas parcelas que ficaram em desacordo, porém são pequenas porções conforme pode-se observar na figura 2. Nesse caso, o rio apresenta largura média de 10 m, e o trecho analisado foi de 575 m, conforme limite do barramento.

Figura 2 | Mapa da APP que fica no entorno do reservatório e do leito do curso d'água sobre a CGH Carlos Bevilácqua



FONTE: CONSTRUÍDO PELO AUTOR A PARTIR DE DADOS DO GOOGLE EARTH PRO (2022)

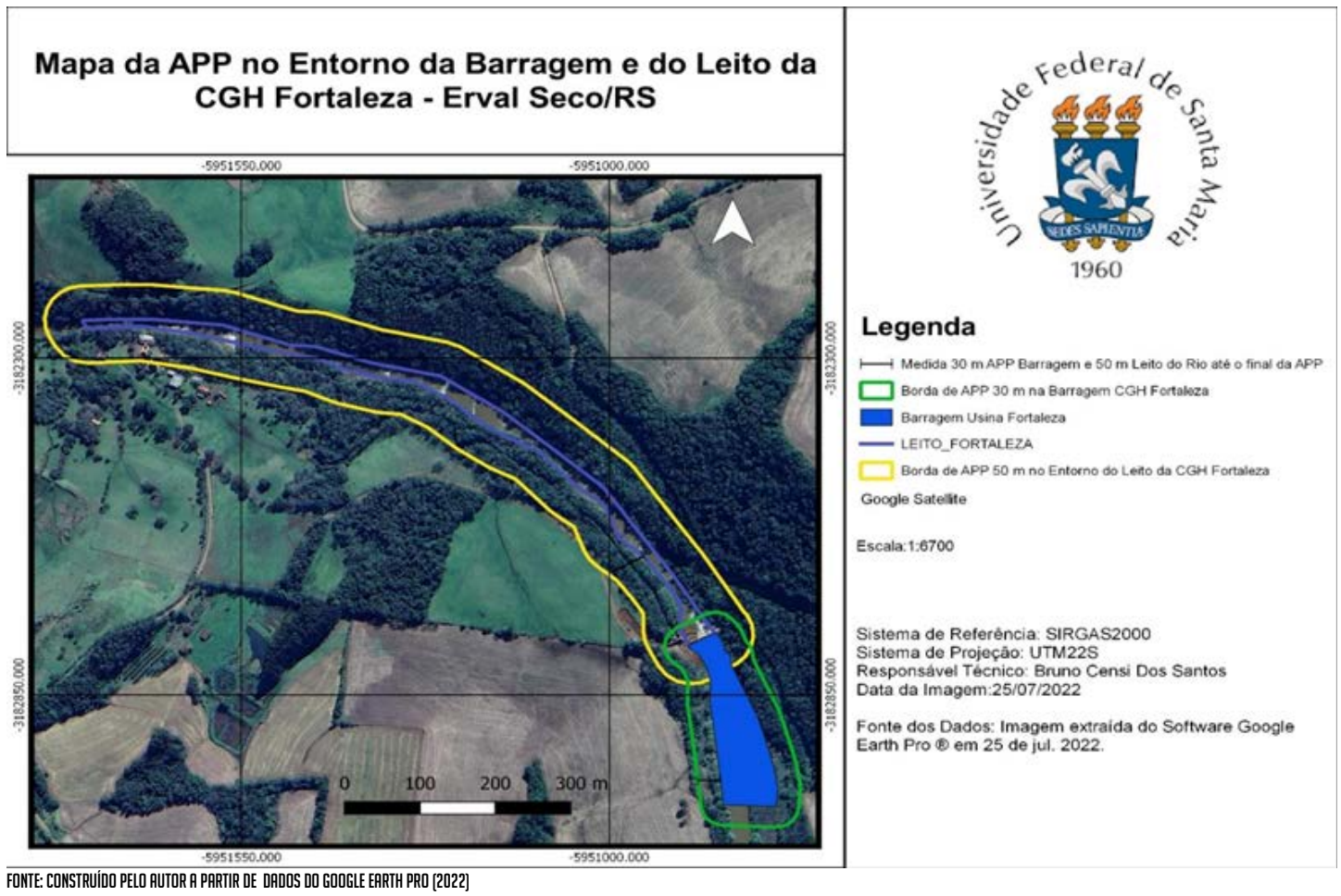
Para a CGH Fortaleza (figura 3), localizada no município de Erval Seco - RS, o resultado do mapeamento da APP apresentou bons resultados. A largura do rio é de aproximadamente 20 m, e o trecho analisado foi de 1.000 m, pois o início do estudo foi a montante, na calha do curso do rio Fortaleza onde inicia-se o ponto de acúmulo d'água da barragem até a casa de máquinas, a partir daí delimitou-se a APP.

Nesse contexto, a área de estudo, avaliação e delimitação da área de APP no entorno da CGH, obteve-se melhor compreensão e resultados de acordo com as características do local, pois o método de mapeamento da APP foi somente o entorno da área pertencen-

te ao empreendimento hidrelétrico. Por critérios legais, seguindo o proposto pela Resolução CONSEMA n°388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018), sobre seu leito deve apresentar uma APP de 50 m. Conforme pode-se observar, a APP possui área compatível.

Ainda positivamente, nas proximidades da barragem, em seu reservatório, identificou-se que a área está protegida com espécies arbóreas e arbustivas nativas em suas laterais ficando em acordo com a legislação (RIO GRANDE do Sul, 2018) visto que, a APP em seu entorno deve ser de no mínimo 30 m de acordo com a definição do órgão licenciador.

Figura 3 | Mapa da APP no entorno da CGH Fortaleza no município de Erval Seco (RS)



FONTE: CONSTRUÍDO PELO AUTOR A PARTIR DE DADOS DO GOOGLE EARTH PRO (2022)

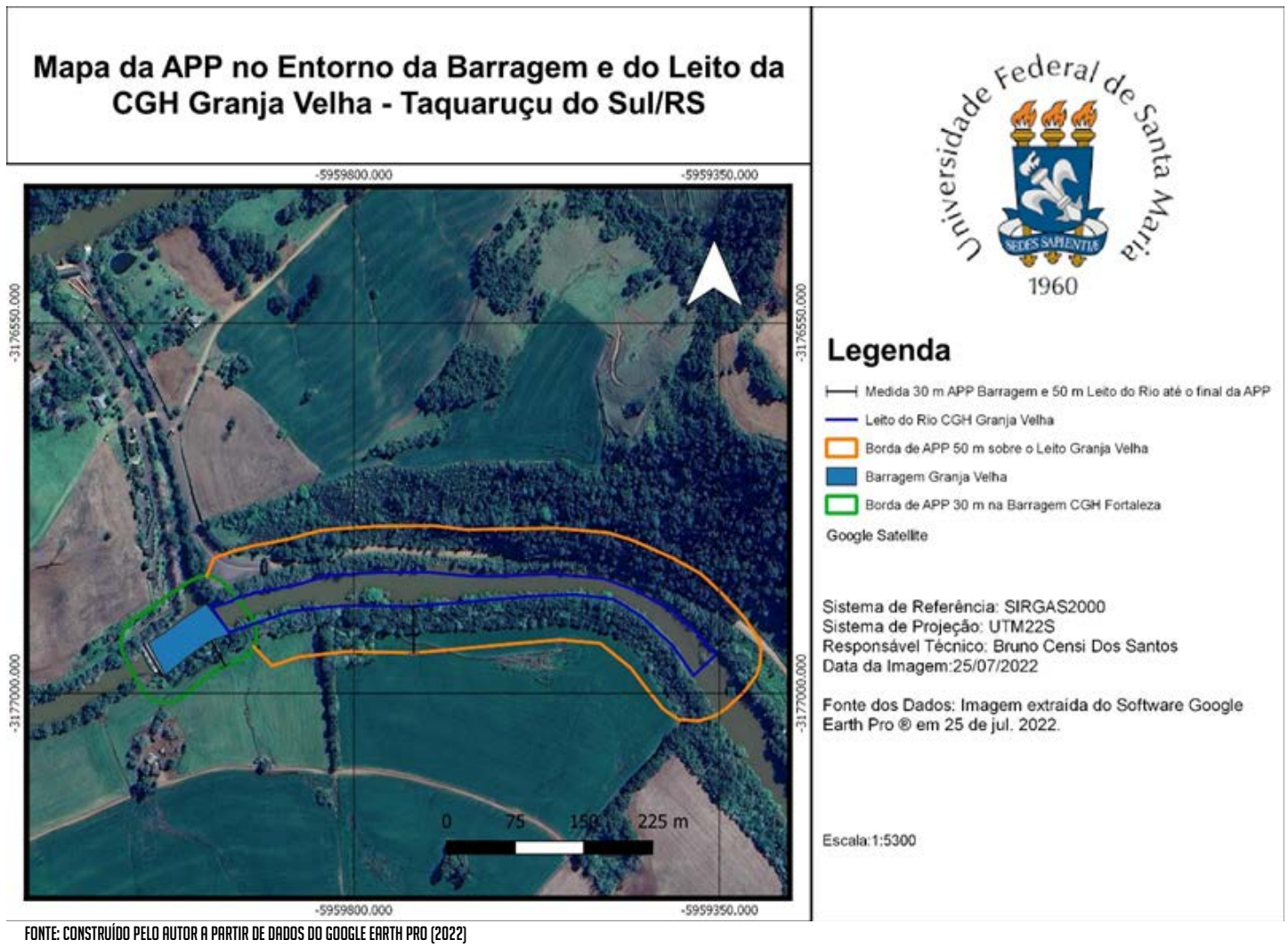
A CGH Granja Velha, localizada no município de Taquaruçu do Sul - RS, é a com maior potência instalada (Conforme Tabela 1). O buffer, pelo software QGIS, para delimitação das áreas de preservação permanente evidenciou-se resultados satisfatórios como pode-se observar na figura 4. Nesse caso, a largura média do rio é de 30 m, e o trecho analisado foi de 560 m.

No local de estudo, o mapeamento da APP foi realizado

a montante do reservatório da barragem sobre o curso d'água, podendo ser considerado como reservatório ou leito do rio. Nesse sentido, para os critérios de definição da APP como o rio tem em torno de 30 m de largura, sua APP deverá ser de 50 m. Pode se observar que alguns pontos ficaram de acordo e outros em desacordo aos critérios estabelecidos pela Resolução CONSEMA n° 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

Já no entorno do reservatório, evidenciou-se uma maior preocupação, visto que, a parte antes do barramento apresentou alguns pontos que não ficaram dentro dos parâmetros da APP de no mínimo 30 m. E jusante à barragem observaram-se, alguns pontos desprotegidos e degradados na zona costeira e a falta de cobertura protetora reflorestada conforme critérios dos órgãos e lei vigentes (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

Figura 4 | Mapa da APP no entorno da barragem e do leito do curso d'água a montante



FONTE: CONSTRUÍDO PELO AUTOR A PARTIR DE DADOS DO GOOGLE EARTH PRO (2022)

Nesse sentido, nas áreas onde a APP não apresentou a faixa mínima, tanto no reservatório quanto no leito, recomenda-se o cercamento do local, permitindo a sucessão natural e/ou plantio de espécies florestais. Em resumo, na Tabela 1, ilustra-se o comparativo entre as três CGH analisadas, considerando os trechos analisados. Assim, percebe-se que a CGH Bevilácqua apresentou a maior parcela de área a ser recuperada na APP do reservatório (20,00%). Mas isso, pode ser em virtude do modo de barramento, o qual é diferente das demais. Já no que se refere ao leito, apresenta apenas 03,00% de área a ser recuperada. A CGH Fortaleza apresentou áreas, tanto no reservatório quanto no leito, de acordo com as normativas. Em relação ao leito, a CGH Granja Velha apresenta a maior parcela a ser recuperada (13,00%) e 18,00% em relação ao reservatório.

Tabela 1 | Resumo das faixas de APP nas três CGH

CGH	Faixas de APP - Leito					
	Largura do rio	Trecho analisado	Total	Existente	Faltante	Percentual
	m		m²			%
Bevilácqua	10,00	575,00	30.234,91	29.319,34	921,57	03,00
Fortaleza	20,00	1.000,00	87.271,00	87.271,00	00,00	00,00
Granja Velha	30,00	560,00	56.440,00	48,998,00	7.442,00	13,00
	Faixas de APP - Barragem					
CGH	Trecho		Total	Existente	Faltante	Percentual
	m		m²			%
Bevilácqua	320,00		19.430,00	15.534,00	3.896,00	20,00
Fortaleza	250,00		20.436,00	20.436,00	00,00	00,00
Granja Velha	78,00		7.053,00	5.749,00	1.304,00	18,00

FONTE: AUTORES (2023)

A criação ou restauração da APP é responsabilidade da empresa gestora da usina, já que a necessidade de se restabelecer as APP em torno das áreas alagadas deu-se por causa de sua construção (BRASIL, 2012). Até a abertura da usina hidrelétrica, essas áreas não integravam as parcelas sujeitas à APP, já que não se localizavam em torno das áreas do reservatório. Portanto, quem criou a necessidade de se estabelecer a APP foi o empreendedor que construiu a usina (OLIVEIRA; LINHARES, 2012).

Na Resolução CONSEMA n° 388/2018 (RIO GRANDE

DO SUL, 2018), para empreendimentos destinados a geração de energia como CGH, definiu que no entorno desses reservatórios artificiais com acúmulo hídrico em áreas rurais, as demarcações de APP serão: reservatórios com área superficial de até 10 hectares, a APP terá 30 m; reservatórios com superfície de 10 até 50 hectares, faixa de APP de 50 m; reservatórios com áreas superiores a 50 hectares, a APP deverá ser de 100 m (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

Por fim, para áreas urbanas com existência de reservatórios artificiais, a faixa de APP deverá ser de 30 m, admitindo a redução para 15 m, na hipótese ou necessidade de reassentamento de populações por motivo de conflitos urbanos (RIO GRANDE DO SUL, 2018). Em um estudo realizado por Rossi et al. (2020) em um reservatório artificial em Minas Gerais – MG, os autores destacam que em uma área de APP de 15,71 hectares, estão presentes 0,03 hectares com edificações.

Silva et al. (2023) analisando o uso do solo no entorne de UHE encontraram apenas 6,80% da área com fragmentos florestais. Nesse mesmo sentido, Farias (2020) detectou inúmeros alertas de desmatamentos com uso de SIG na UHE Foz do Chapecó, demonstrando a aplicabilidade dessa ferramenta no mapeamento ambiental. Barcelos (2021) analisando o lago de uma UHE em Goiás, constatou que entre os anos de 2005 e 2018, ocorreu um aumento de 419,4% do uso do solo pela agricultura, sendo que ao autor também destaca o papel da conscientização da população sobre a importância da preservação das áreas de APP no entorno do empreendimento.

CONCLUSÃO

A partir desse estudo, pode-se evidenciar que as áreas de preservação permanentes são fatores importantes para o meio ambiente, principalmente para conservação dos recursos hídricos. Cuidar da água é um fator essencial, visto que ela é o combustível das usinas hidrelétricas, principalmente centrais geradoras, garantindo seu funcionamento através do acúmulo hídrico.

A legislação ambiental prevê que as áreas de preservação terão situações dependentes da largura do rio conforme encontrado em etapas dos resultados do estudo. Com o decorrer do estudo, relatou-se que em trechos de largura diferente do rio Fortaleza, que a delimitação e conferência através da variabilidade para cada usina, o método utilizado apresentou de forma satisfatória nas áreas que estão reflorestadas e pontos inexistentes de preservação com cobertura vegetativa conforme determinado pelas legislações.

Através desta pesquisa, recomenda-se que que as áreas as quais não atingiram os parâmetros definidos por cada legislação, órgãos e portarias vigentes (estaduais ou nacionais) que seja realizado um trabalho de sensibilização e conscientização ambiental da importância de reflorestar as áreas com espécies vegetais (herbáceas, arbustivas e arbóreas), nativas e exóticas, por meio de sementes ou mudas para formação de uma comunidade vegetal protetora. Essas ações irão buscar a estabilidade ecológica, proteção da fauna, flora, conservação do solo e segurança dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica do rio Fortaleza, além da proteção das usinas para garantir a geração de energia dessas CGH.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. R. R.; FERREIRA, M. L. do V.; VERONEZ, F. A. Compensação de supressão vegetal no Licenciamento Ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas em Minas Gerais – Brasil. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 11, 2022. (e568111133642), 2022. 10.33448/rsd-v11i11.33642.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO. Hidrelétricas. Disponível: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d0886b5c-f94c-4573-941b-febad5a990f3#:~:text=A%20Ag%C3%AAncia%20Nacional%20de%20Energia,com%20mais%20de%2030%20MW).> Acesso em dezembro/2023. 2023.

BARCELOS, A. A. de. Avaliação das condições limnológicas e sedimentológicas do reservatório da usina hidrelétrica de Espora - GO. 2021. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, 2021.

BRASIL. Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em Julho/2022. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA N_ 303 de 20/03/2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=274> Acessado em Julho/2022. 2002.

FARIAS, J. L. P. D. (2020). Monitoramento da supressão vegetal no entorno de reservatórios hídricos utilizando imagens do sensoriamento remoto. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro (2022). Imagens do município de Erval Seco. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> Acessado em Julho/2022. 2022.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro (2022). Imagens do município de Seberi. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> Acessado em Julho/2022. 2022.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro (2022). Imagens do município de Taquaruçu do Sul. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acessado em Julho/2022. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Bases cartográficas contínuas – Brasil. Malha Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acessado em Julho/2022. 2022.

LUCAS, D. F.; FONSECA, B. M. Identificação do potencial de expansão de atividades antrópicas e preservação ambiental e avaliação de conflitos de interesses na área de entorno da UHE Itutinga (Minas Gerais). Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, 2, 3, 2021.

MANZ, R. E.; JÚNIOR, E. P. Projeto de Instalação das Estações Hidrométricas da CGH Granja Velha em Atendimento à Resolução nº 263 do Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul. Cascavel: Overtech Soluções Tecnológicas: 2021.14p.

NICHETTI, M.; LAUTENSCHLÄGER, C. E. R.; BRUN, E. J.; GREGORINI, L. E. Aplicação da portaria IAP n_69/2015 (Paraná) para cálculo da faixa de APP na área afetada por usina hidrelétrica. In 9° CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2022, Brasília, DF. Anais... Brasília: SBEF, 2022. pp. 520-523.

OLIVEIRA, W. N.; LINHARES, G. N. M. Análise Comparativa entre as Áreas de Preservação Permanente Antes e Após a Construção de Reservatório de Água Para Geração de Energia Elétrica. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Goiânia, GO, 2012. Anais... Goiânia: IBEAS, 2012. p. 1-5.

QGIS Development Team, 2022. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org.

RIO GRANDE DO SUL. CONSEMA n_ 388, de 8 de novembro de 2018. Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, e Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGHs. [S. l.], 8 nov. 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=370212>. Acessado em Julho/2022. 2018.

ROSSI, N. F. P.; LIMA, V. H. R.; BORGES, L. A. C.; PEDROSO, D. de F.; LEITE, I. M. P. Usos conflitivos das APP do reservatório do funil no município de Ijaci, Minas Gerais–Brasil. Brazilian Journal of Development, 6, 7, p.42993-43011, 2020.

SANTOS, L. M. D. Avaliação do projeto de recuperação de área de preservação permanente da pequena Central Hidrelétrica Bela Vista, implantada entre os municípios de Verê e São João no Paraná. 2023. 56f. Monografia (Especialização em Restauração Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2023.

SEMA. SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Relatório DIOUT/DRHS/SEMA n° 03/2021. Disponível em: < https://www.sema.rs.gov.br/hidreletricas> Acessado em dezembro/2023. 2021.

SILVA, I. de S.; NASCIMENTO, D. T. F.; de ARAÚJO ROMÃO, P.; CABRAL, J. B. P.; SANTOS, O. M. S.; VIANNA, V. F.; LUZ, M. P. Mapeamento e monitoramento da cobertura e uso das terras em detalhamento progressivo para o entorno de reservatórios de usinas hidrelétricas. In: XXXIV SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, FOZ DO IGUAÇU, PR, 2023. Anais... Foz do Iguaçu: CBB, 2023.

ZORZAN, L. G.; RODRIGUES, G. W.; SILVA JÚNIOR, P. C.; ROSSI C. M.; SANTOS JÚNIOR, O. J.; SOARES, R. V. Projeto de Recuperação de Margens de Reservatório de Usina Hidrelétrica No Brasil: Engenharia e Preservação Socioambiental. In: XXXIV SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, FOZ DO IGUAÇU, PR, 2023. Anais... Foz do Iguaçu: CBB, 2023.

informes

PARTICIPE. ASSOCIE-SE NA ABES E/OU TORNE-SE MEMBRO E MEMBRA DOS JPS

Em 2025, participe das discussões das Câmaras Técnicas da ABES/RS. Converse com as coordenadoras do JPS e envolva-se na criação e realização de projetos. Encaminhe seus trabalhos e suas opiniões: ajude a fazer a Revista Afluente.

A ABES é uma associação nacional de profissionais e empresas dedicada a qualificar o setor de saneamento e meio ambiente no Brasil.

Envolva-se você também nas Câmaras Temáticas. Participe dos cursos, encontros, simpósios e congressos. Envie artigos para as revistas. Conviva com os melhores profissionais da área. Desfrute de descontos em eventos, cursos e na livraria virtual da ABES.

O programa Jovens Profissionais do Saneamento (JPS) garante uma atenção especial da Diretoria Nacional e das Seccionais para as necessidades dos novos profissionais que ingressam no mercado.

Informe-se.

VISITE OS SITES DA ABES/RS E DA DIRETORIA NACIONAL

Visite também a página do programa Jovens Profissionais do Saneamento, onde você encontra todas as edições da Revista Afluente e fique por dentro das atividades promovidas especialmente para os profissionais em início de carreira.

ABES-RS	www.abes-rs.org.br
DIRETORIA NACIONAL	www.abes-dn.org.br
JPS	https://www.abes-rs.org.br/site/jps.php

Entre em contato com a coordenação do JPS/RS pelo email

jps-rs@abes-rs.org.br

SIGA A **ABES-RS** E O **JPS-RS** NO INSTAGRAM

@abes-rs @jpsabesrs

AGENDA JPS – ABES/RS 2025!!

ABES DEBATES

Reuniões abertas das Câmaras Técnicas da ABES-RS, voltadas a discutir assuntos do momento e utilizando a plataforma Google Meet. São divulgadas nas redes sociais e, eventualmente, podem ser gravadas para disponibilização posterior de link de acesso. Eventos no canal ABES Saneamento do YouTube (ABES Conecta), disponíveis a todos os interessados, com interação dos participantes via chat. São divulgados nas redes sociais da ABES-RS e da rede nacional e ficam disponíveis no YouTube para visualização posterior.

EVENTOS VIRTUAIS

EDUCAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

AGOSTO – Dia Interamericano da Qualidade do Ar – promoção de atividades (plantação de árvores, palestras, debates etc.)

SETEMBRO – Dia Interamericano de Limpeza e Cidadania – DIADESOL (retomada de projetos educação para a coleta seletiva e para a limpeza dos ambientes).

OUTUBRO – Dia Interamericano da Água – 32ª Semana Interamericana e 25ª Semana Estadual da Água. Tema: Água, resiliência e sustentabilidade – Como construir soluções conjuntas para o futuro?

NOVEMBRO – Dia Interamericano do Saneamento – promoção de atividades voltadas aos cuidados com os efluentes sanitários; e World Toilet Day | Dia Mundial do Banheiro – atividades voltadas à conscientização sobre questões fundamentais relacionadas à sustentabilidade e aos direitos humanos.

EVENTOS PRESENCIAIS

SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO

O objetivo do seminário é avaliar os obstáculos a serem superados para incorporar a realização progressiva dos direitos humanos a todos os quatro eixos do saneamento básico: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

INSCRIÇÃO
https://www.abes-rs.org.br/site/eventoDetalhe.php?eventoid=174

REVISTA afluente

UM **FUTURO** MELHOR
DEPENDE DAS ESCOLHAS
QUE FAZEMOS NO
PRESENTE

ABES-RS

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção RS
www.abes-rs.org.br

JPS Jovens Profissionais do Saneamento ABES-RS
IWA the international water association
YOUNG WATER PROFESSIONALS BRAZIL