

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

BARBARA ISABELI DE OLIVEIRA

**RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO ITAJAÍ-MIRIM: DIAGNÓSTICO E EDUCAÇÃO
AMBIENTAL EM BRUSQUE/SC**

FLORIANÓPOLIS - SC

2024

BARBARA ISABELI DE OLIVEIRA

**RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO ITAJAÍ-MIRIM: DIAGNÓSTICO E EDUCAÇÃO
AMBIENTAL EM BRUSQUE/SC**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Clima e Ambiente do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Mestre em Clima e Ambiente.

Orientador: Dr. Walter Martin Widmer

FLORIANÓPOLIS - SC

2024

CDD 363.7
O48r

Oliveira, Barbara Isabeli de
Resíduos sólidos no Rio Itajaí-Mirim: diagnóstico e educação ambiental em Brusque/SC [DIS] / Barbara Isabeli de Oliveira; orientação de Walter Martin Widmer – Florianópolis, 2024.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Plástico. 2. Disposição incorreta. 3. Sensibilização. I. Widmer, Walter Martin. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

Folha de Aprovação

Aluno (a): *BÁRBARA ISABELI DE OLIVEIRA*

Título:	RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO ITAJAÍ-MIRIM: DIAGNÓSTICO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM BRUSQUE/SC
----------------	---

Aprovado (a) pela Banca Examinadora em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente

Dr(a). *Walter Martin Widmer*

Documento assinado digitalmente
 **WALTER MARTIN WIDMER**
Data: 16/12/2024 18:03:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) / Presidente / IFSC / Florianópolis – SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). *Thiago Pereira Alves*

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO PEREIRA ALVES**
Data: 16/12/2024 18:20:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Itajaí - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). *Daniel Sampaio Calearo*

Documento assinado digitalmente
 **DANIEL SAMPAIO CALEARO**
Data: 18/12/2024 20:01:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Dr(a). *Monica Ferreira da Costa*

Documento assinado digitalmente
 **MONICA FERREIRA DA COSTA**
Data: 17/12/2024 09:17:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Externo / UFPE / Recife - PE

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples
(X) **unanimidade**

Florianópolis, 16 de dezembro de 2024



Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre acreditou em mim mais do que eu mesma. E ao meu amado, por estar ao meu lado, oferecendo apoio e ajuda.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Professor Walter Martin Widmer, pela orientação e apoio. Agradeço por compartilhar seu conhecimento e pela paciência durante todo o processo, você é um profissional único, sou muito grata em ter a oportunidade de aprender com você.

Ao meu co-orientador Dr. Professor Michel Nobre Muza pela orientação, apoio e ensinamentos sobre clima, sua sabedoria e simplicidade são inspiradoras para mim.

Agradeço à Prefeitura de Brusque, especialmente à Fundação Municipal de Meio Ambiente, pelo interesse em receber os resultados deste trabalho, e à Secretaria de Educação, pelo apoio na organização das palestras para os professores da rede municipal.

A minha mãe Maria Delurde por estar ao meu lado me apoiando e ajudando em todos os momentos da minha vida, tudo que eu fizer por você será pouco em comparação ao que você fez por mim.

Ao meu namorado Paulo Cesar por ajudar sempre que preciso e por me acompanhar durante as coletas do mestrado.

As amigas que fiz durante essa fase da minha vida e que levarei comigo sempre: Dariane Souza, Gabriela Lamim e Larissa Izabel Duarte. Profissionais competentes e inteligentes que me inspiram. Obrigada por tornarem o mestrado muito mais leve e divertido.

RESUMO

A disposição incorreta dos resíduos sólidos pode contaminar o ambiente aquático ou terrestre, sendo esse um problema abordado nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). O presente estudo surge como uma iniciativa para o município de Brusque/SC, visando caracterizar de forma quali-quantitativa os resíduos encontrados nas margens do rio Itajaí-Mirim, tendo em vista que tais resíduos podem ser transportados pelo rio ou por meio da drenagem pluvial por grandes distâncias e consequentemente alcançar o oceano Atlântico, contribuindo para o acúmulo desse material nos ambientes costeiros. Através da caracterização dos resíduos espera-se testar a hipótese de que haveria uma maior quantidade de resíduos nas margens do rio após períodos de maior precipitação, bem como maior quantidade de resíduos na área urbana do que na rural. Os resultados mostraram que a quantidade de resíduos na área urbana foi significativamente maior do que na área rural. As quantidades de resíduos em períodos de alta precipitação foram maiores do que nos períodos de baixa precipitação, embora essa diferença não seja significativa. O plástico foi o material mais abundante nas coletas. Não se observou diferença significativa na comparação das quantidades de resíduos antes e depois de um alerta da Defesa Civil. Neste caso, foi encontrado mais resíduos na área urbana, sendo o plástico o material mais abundante. Este estudo também promoveu junto à população e aos professores ações de educação ambiental em relação a essa temática, com o objetivo de sensibilizá-los para que reflitam sobre seus hábitos e atitudes em relação aos resíduos sólidos, tornando-os possíveis multiplicadores ambientais. Um sumário com sugestões e recomendações foi produzido e encaminhado aos tomadores de decisão municipais.

Palavras-Chave: disposição incorreta, plástico e sensibilização.

ABSTRACT

Incorrect disposal of solid waste can contaminate the aquatic or terrestrial environment, and this is a problem addressed in the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN). This study arises as an initiative for the municipality of Brusque/SC, aiming to characterize in a qualitative and quantitative way the waste found on the banks of the Itajaí-Mirim River, considering that such waste can be transported by the river or through storm drainage for great distances and consequently reach the Atlantic Ocean, contributing to the accumulation of this material in coastal environments. Through the characterization of the waste, it is expected to test the hypothesis that there would be a greater amount of waste on the banks of the river after periods of greater precipitation, as well as a greater amount of waste in urban areas than in rural areas. The results showed that the amount of waste in urban areas was significantly greater than in rural areas. The amounts of waste during periods of high precipitation were greater than in periods of low precipitation, although this difference is not significant. Plastic was the most abundant material in the collections. No significant difference was observed when comparing the amounts of waste before and after a Civil Defense alert. In this case, more waste was found in the urban area, with plastic being the most abundant material. This study also promoted environmental education actions on this topic among the population and teachers, with the aim of raising awareness so that they reflect on their habits and attitudes regarding solid waste, making them potential environmental multipliers. A summary with suggestions and recommendations was produced and forwarded to municipal decision-makers.

Keywords: incorrect disposal, plastic and sensitization.

LISTA DE FIGURA

Página

Figura 01. Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. (a) Localização de Santa Catarina no território brasileiro. (b) Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí no estado catarinense. (c) Sub-bacias do Rio Itajaí, com destaque para a sub-bacia do Rio Itajaí-Mirim.	19
Figura 02. a) Bacia do rio Itajaí e suas sub-bacias. (b) Sub-bacia do rio Itajaí-Mirim, com a indicação em verde do território municipal de Brusque. (c) Município de Brusque, com indicação do leito do rio Itajaí-Mirim e áreas urbanas (verde claro) e rurais (verde escuro).	21
Figura 03. Mapa das cidades a montante e a jusante de Brusque que recebem o Rio Itajaí-Mirim.	23
Figura 04. Diagrama Unifilar da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim com foco para a região de Brusque, destacado em vermelho os dados de precipitação utilizados neste estudo.	25
Figura 05. Representação da dinâmica do rio.	34
Figura 06. Localização dos pontos potenciais e amostrais na cidade de Brusque/SC.	35
Figura 07. Ponto 1 “Beira Rio”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.	36
Figura 08. Ponto 2 “Rio Branco”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.	37
Figura 09. Ponto 3 “Dom Joaquim”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.	38
Figura 10. Ponto 4 “Cristalina”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.	39
Figura 11. Estrutura de coleta de dados.	41
Figura 12. Delineamento amostral - Estratégia A.	41
Figura 13. Delineamento amostral Estratégia B.	42
Figura 14. Média mensal de precipitação para os anos 2000 a 2021 dos dados MERGE e Dados Hidroweb ANA.	45

Figura 15. Média + E.P de resíduos totais/100 m ²	47
Figura 16. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² em áreas urbanas rurais.....	48
Figura 17. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando os fatores zoneamento e pluviosidade.....	49
Figura 18. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando todas as categorias..	50
Figura 19. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m ² considerando fator pluviosidade.	50
Figura 20. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m ² em áreas urbanas e rurais.	51
Figura 21. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m ² considerando fator pluviosidade e urbanização.	52
Figura 22. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando o fator tempo (antes e após evento de alerta do dia 05/10/2022).	53
Figura 23. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando o fator zoneamento. .	53
Figura 24. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando os fatores zoneamento e pluviosidade.....	54
Figura 25. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando todas as categorias..	55
Figura 26. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando fator tempo.....	55
Figura 27. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando fator zoneamento.	56
Figura 28. Média + E.P de resíduos totais/100 m ² considerando o fator tempo e zoneamento para plástico.	57
Figura 29. Página inicial da rede social criada para divulgação de material educativo sobre poluição dos rios por resíduos sólidos.....	58
Figura 30. Exemplos de publicações feitas na rede social.....	59
Figura 31. Exemplos de publicações feitas na rede social.....	59
Figura 32. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.	61
Figura 33. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.....	62
Figura 34. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Resumo das características dos municípios.	22
Tabela 02. Possibilidades de amostragem de resíduos sólidos em rio.	29
Tabela 03. Datas de coleta de dados para a Opção A.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
EA	Educação Ambiental
EP	Erro Padrão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa de Meio Ambiente da ONU
PNCLM	Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UP	Unidades de Planejamento
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 ÁREA DE ESTUDO	18
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS	25
2.3 MONITORAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM RIOS	27
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	30
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	31
2.6 DOCUMENTO SÍNTESE	33
3. METODOLOGIA.....	34
3.1 PONTOS AMOSTRAIS.....	34
3.2 PROTOCOLO DE SEGURANÇA	39
3.3 MONITORAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM RIO.....	40
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
3.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	43
3.6 DOCUMENTO SÍNTESE	44
4. RESULTADOS.....	44
4.1 PERÍODO DE AMOSTRAGEM.....	45
4.2 MONITORAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	46
5. PRODUTOS DESENVOLVIDOS	57
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7. REFERÊNCIAS.....	71
8. APÊNDICES.....	83
8.1. APÊNDICE I – PLANO DE AULA	83
8.2. APÊNDICE II – OFÍCIO PREFEITURA MUNICIPAL	85
8.3. APÊNDICE III – SUMÁRIO EXECUTIVO	86
8.4. APÊNDICE IV– COMPROVANTE ENVIO SUMÁRIO EXECUTIVO.....	98

8.5. APÊNDICE V - EXEMPLOS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS	100
--	-----

1. INTRODUÇÃO

O impacto do homem na Terra vem sendo ao longo do tempo acentuado através do aumento da urbanização, dos avanços tecnológicos nas mais diversas áreas e da produção em larga escala para atender demandas globais. Esse conceito é conhecido como “A Grande Aceleração do Antropoceno”, que expressa, em linhas gerais, a primeira vez em que a espécie humana é capaz de deixar registros geológicos significativos no planeta Terra (SOARES, 2020).

Dentre os registros deixados pelo ser humano, há a presença dos materiais sintéticos em sedimentos aquáticos e terrestres, sendo assim, resíduos como o plástico se tornaram um dos principais indicadores do Antropoceno a partir de 1950 (OLIVATTO et al., 2017).

Os impactos negativos ao meio ambiente vêm sendo percebidos em especial com a crise ambiental mundial devido a inúmeros problemas ocasionados pela exploração inadequada dos recursos naturais, sendo que esse tema tem sido debatido em grandes conferências mundiais, como a de Estocolmo em 1972 e a do Rio de Janeiro em 1992. No que se refere aos resíduos sólidos, verifica-se cada vez mais os efeitos danosos da disposição inadequada dos mesmos, tanto no solo quanto na água e nos oceanos, uma vez que a grande maioria dos resíduos sólidos lá encontrados foram gerados em ambiente continental (PIMENTA E NARDELLI, 2016).

Estudos como o de Leite et al (2014) apontam que há relação entre a quantidade de resíduos encontrados no litoral com a proximidade de centros urbanos nas bacias hidrográficas costeiras, ou seja, a disposição inadequada dos resíduos sólidos tem início nas cidades a montante da foz dos rios. Schmidt et al (2021) apresentaram em seu estudo resultados semelhantes, informando que uma fração significativa dos resíduos sólidos marinhos são originados em especial por atividades terrestres, e após, os rios transportam esses resíduos do continente até o mar.

A presença dos resíduos sólidos nos rios é uma problemática devido aos locais em que o mesmo pode ser carregado, porém mesmo que não atinjam ambientes marinhos podem causar danos ao local onde está inserido, como por exemplo a contaminação do solo e da água. Nos casos em que esse resíduo se encontra nas margens há a possibilidade de proliferação de vetores transmissores de doenças, bem como prejudicar a fauna e flora fluvial e acrescentado a todos os possíveis impactos

mencionados anteriormente, há a poluição visual e a possibilidade de as pessoas que frequentam o rio serem prejudicadas caso haja contato com algum resíduo perigoso (MUCELIN E BELLINI, 2008).

Cientes não apenas desta problemática, no ano de 2015 a ONU propôs a Agenda 2030 com ações para o desenvolvimento sustentável a serem realizadas pelos países, empresas e instituições. Nesta agenda foram definidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Cada ODS é um objetivo que especifica uma área a ser trabalhada no âmbito ambiental ou social, representando um plano de ação global. Autoridades, governos e organizações firmaram compromissos de forma voluntária voltados aos ODSs. Entre esses compromissos, o Brasil apresentou como proposta o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM) visando o desenvolvimento de uma estratégia nacional de combate ao lixo no mar (BRASIL, 2019).

Rosa (2019) afirma que a partir do conteúdo definido pela PNCLM e a problemática ambiental atual quanto aos resíduos, é de suma importância que sejam realizadas ações com o objetivo de a população repensar suas atitudes, sendo uma delas através da educação ambiental. De acordo com Junior (2009) apud LANFREDI (2002) a Educação Ambiental (EA) tem como objetivo formar e despertar a consciência ecológica em todas as faixas etárias a fim de valorizar e preservar a natureza, sendo um mecanismo de ensino acerca da temática de preservação e conservação dos ecossistemas.

A EA vem sendo discutida desde 1948 em Paris no encontro da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), já em 1972 com a Conferência de Estocolmo o termo EA foi considerado na agenda internacional do evento (HENRIQUES et al, 2009). Em 1977 ocorreu a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental na Geórgia através de uma parceria entre Unesco e o Programa de Meio Ambiente da ONU (PNUMA). Neste encontro foram definidos os conceitos, objetivos, princípios e as estratégias para EA (HENRIQUES et al, 2009).

No Brasil a EA é instituída formalmente pela Lei nº 9.795/1999 da qual institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), sendo conceituado em seu Art 1º:

Art. 1º: Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, Art. 1º).

A EA é frequentemente trabalhada em dois grandes eixos: formal e informal. No eixo formal, é praticada nas escolas e é desenvolvida através dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas em todos os graus de escolaridade. O outro eixo ou modalidade é a educação ambiental não-formal na qual as ações e práticas realizadas são focadas na sensibilização acerca da temática ambiental e executada fora do quadro do sistema formal de educação a ser feito com determinados subgrupos da população (BRASIL, 1999 e JUNIOR, 2009).

A implementação da EA no ambiente escolar é um componente essencial na formação da educação e com uma abordagem direcionada na resolução dos problemas, ela contribui para o envolvimento ativo do público (EFFTING, 2007). Loureiro e Cossio (2007) realizaram uma pesquisa com cerca de 418 escolas de todas as regiões do Brasil a fim de identificar nos locais analisados a realidade quanto à educação ambiental. Dentre os resultados apresentados pelos autores, verificou-se uma realidade preocupante e contraditória com os documentos nacionais e internacionais divulgados nos últimos anos acerca do assunto, como por exemplo o fato de que não há uma continuidade efetiva dos trabalhos realizados nas escolas com a comunidade na qual ela está inserida.

Considerando a disposição incorreta dos resíduos sólidos em solo e recursos hídricos, bem como esse tema ser um dos focos dos planos mundiais como os ODS da ONU, verifica-se a necessidade de investigar essa questão e de realizar ações para minimizar/mitigar seu impacto, como por exemplo utilizar a educação ambiental para conscientizar as pessoas, e que estes possam ser os multiplicadores acerca desta temática.

O presente estudo pode ser vinculado aos ODS (ONU,2023):

- 04 (Educação de Qualidade) relacionando a meta específica 4.7 que visa até 2030 garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável.
- 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) com a meta 11.6 da qual pretende até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros;
- 13 (Ação Contra a Mudança Climática) associando a meta 13.3 da qual objetiva dentre outros pontos aumentar a conscientização sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.
- 14 (Vida na Água) através da meta 14.1 que pretende até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

Isto posto, a EA torna-se um aliado nesse assunto, através da conscientização de grupos estratégicos, que podem ser disseminadores/multiplicadores de informação como por exemplo crianças, adolescentes e professores (PIMENTA E NARDELLI, 2015).

Cientes disso, o presente estudo surge como uma iniciativa para o município de Brusque/SC, visando caracterizar de forma quali-quantitativa os resíduos encontrados nas margens dos rios. Através da caracterização dos resíduos coletados espera-se comparar com a variação sazonal da precipitação, com o objetivo de testar a hipótese de que haveria uma maior quantidade de resíduos nas margens do rio Itajaí-Mirim após períodos de maior precipitação, bem como comparar a presença de resíduos em áreas urbanas e rurais. Este estudo também pretende promover junto à população ações de educação ambiental em relação a essa temática, com o objetivo de sensibilizá-los para que reflitam sobre seus hábitos e atitudes, tornando-os possíveis multiplicadores ambientais.

Por fim, este estudo também pretende ser uma base de conhecimento técnico disponível ao município através da produção e envio de um documento síntese resumizando os resultados aqui obtidos, contendo sugestões de melhoria em relação

ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, que poderão contribuir para a tomada de decisão pela gestão municipal.

1.1 JUSTIFICATIVA

A geração de resíduos é cada vez maior, em especial devido ao consumo exacerbado que a humanidade pratica atualmente. Tais resíduos, se dispostos de forma inadequada diretamente no solo, ou se forem carreados do solo à drenagem pluvial e recurso hídrico/oceano, podem causar impactos significativos à fauna e flora que ali vivem. São vistos cada vez mais estudos acerca dos seus impactos ocasionados, intervindo negativamente na fauna, flora e qualidade de vida dos seres humanos (ARAÚJO, 2016).

Os riscos quanto à disposição incorreta dos resíduos em recursos hídricos são diferentes de acordo com a fauna atingida. Além disso, cada tipo de resíduo conta com um transporte característico de acordo com seu formato e densidade, ou seja, nenhum item tem a mesma possibilidade de chegar ao oceano. É, portanto, possível que parte dos resíduos dispostos incorretamente permaneçam em sistemas de águas doces (ROMAN et al, 2022).

Desta forma, é de suma importância que sejam feitos estudos que abordem a disposição incorreta dos resíduos sólidos nos mais diversos locais, com a finalidade de conhecer melhor a problemática local para definir uma estratégia mais assertiva para mitigação/redução deste impacto ao meio ambiente. Os resultados alcançados podem também serem utilizados como ferramenta de educação ambiental com os mais diversos agentes da comunidade (ROSA, 2019). Além disso, é imprescindível que os órgãos públicos fomentem a implantação de políticas públicas visando a conscientização das comunidades quanto a esta temática, a fim de que cada vez mais as pessoas entendam e façam uma gestão consciente tanto do seu consumo quanto da forma correta de destinar os resíduos gerados (CORREA et al, 2012).

Considerando o acima exposto, o presente estudo pode ser visto como uma alternativa local de conhecimento de como está a situação atual quanto a esse tema, uma vez que visa apresentar dados sobre as quantidades e tipos de resíduos encontrados em pontos amostrais ao longo do rio Itajaí-Mirim em diferentes regimes hídricos. Tal análise possibilitará verificar se há relação entre a presença de resíduos

sólidos com a variação dos regimes hídricos. Além disso, servirá como uma fonte de informações acerca da disposição inadequada dos resíduos sólidos no município estudado, sendo possível com base nos resultados alcançados que o município busque formas de mitigar o impacto ocasionado por essa problemática. Até onde se tem conhecimento, esse estudo será pioneiro nesse campo de investigação, gerando dados inéditos para o município de Brusque.

Ou seja, as informações aqui geradas poderão contribuir para futuras políticas públicas do município, tais como a implantação de ecobarreiras, que já é algo aventado pelo município considerando comunicação oral realizada com órgão ambiental municipal no ano de 2022. Outro componente importante deste projeto é o planejamento e execução de atividades de educação ambiental com a comunidade, com o objetivo de conscientizá-los quanto ao descarte correto dos resíduos e suas consequências nos cursos d'água e conseqüentemente no oceano.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O descarte inadequado de resíduos sólidos é um problema crescente e global que afeta não apenas as comunidades locais, mas também tem impactos transfronteiriços, atingindo áreas distantes de onde esses resíduos foram originados. O acúmulo desenfreado de resíduos sólidos em rios é uma preocupação séria, pois os rios são importantes vetores desse tipo de poluição, levando consigo não apenas a contaminação das águas, mas também prejudicando os ecossistemas aquáticos e terrestres dependentes deles (AGUIAR et al, 2024).

Ou seja, os rios desempenham um papel crucial no transporte e redistribuição de resíduos sólidos, levando consigo a contaminação e afetando ecossistemas ao longo de seu percurso. O descarte inadequado de lixo nas margens dos rios contribui significativamente para essa contaminação, comprometendo a qualidade da água, prejudicando a vida aquática e impactando negativamente a biodiversidade.

É crucial que a sociedade e as autoridades trabalhem em conjunto para enfrentar esse desafio, visando a proteção dos rios e a preservação do meio ambiente para as futuras gerações. Para enfrentar esse desafio, é essencial conhecer detalhadamente a quantidade e a qualidade dos resíduos sólidos presentes nas margens do Rio Itajaí-Mirim, da mesma forma que em outros rios.

Desta forma, realizar um levantamento quali-quantitativo é fundamental para compreender a verdadeira dimensão do problema. Esse conhecimento embasa a formulação de estratégias de mitigação eficazes, visando a redução do descarte inadequado, a implementação de políticas públicas voltadas para a gestão adequada de resíduos e a conscientização da população sobre a importância da preservação ambiental e da responsabilidade individual no descarte correto dos resíduos sólidos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico quali-quantitativo dos resíduos sólidos presentes no rio Itajaí-Mirim em Brusque/SC, investigando sua relação com o regime de chuva, elaborando também atividades de educação ambiental e uma síntese técnica ao município com resultados e sugestões em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos presente no rio.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Monitorar quali-quantitativamente os resíduos sólidos presentes na encosta do rio Itajaí-Mirim em áreas urbanas e rurais de Brusque durante diferentes regimes de chuva;
- b. Planejar e executar um acervo fotográfico com legendas educativas dos resíduos encontrados disponibilizados em rede social visando sensibilizar a população de Brusque sobre o problema dos resíduos sólidos no rio e palestra sobre educação ambiental com professores da rede municipal de ensino;
- c. Elaborar síntese técnica com resultados alcançados no presente estudo, incluindo sugestões de medidas a serem tomadas em relação à gestão dos resíduos sólidos presente no rio.

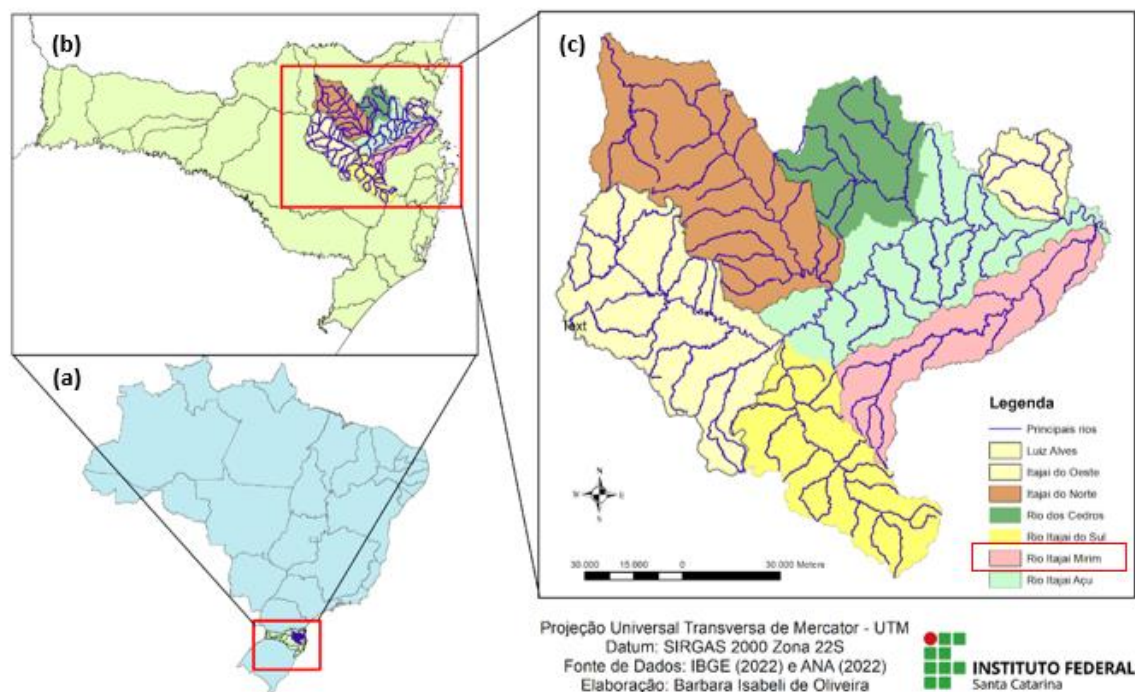
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica descrita neste estudo abrange o tema dos resíduos sólidos. Inicialmente, será escrita a área de estudo, fornecendo uma contextualização do local estudado. Em seguida, serão discutidos os principais aspectos relacionados ao monitoramento de resíduos sólidos em rios, destacando os métodos utilizados para avaliar a presença desses materiais nos cursos d'água. Além disso, serão abordadas as possibilidades de análise estatística aplicadas na interpretação dos dados obtidos durante o monitoramento, visando identificar padrões e tendências relevantes. Por fim, será enfatizada a importância da educação ambiental como uma estratégia fundamental para promover a conscientização e o engajamento da comunidade na adoção de práticas sustentáveis de gestão de resíduos.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Itajaí está situada na região hidrográfica do Atlântico Sul a leste de Santa Catarina no Vale do Itajaí. Ela é compreendida pelas latitudes 26° 53' 17,1" e 26° 56' 05,01" Sul e longitudes 48° 40' 57,8" e 48° 44' 12,4" oeste, tendo como orientação de curso sentido 17° Norte. A bacia hidrográfica do rio Itajaí é compreendida por 07 sub-bacias conforme figura 01, sendo: Itajaí do Norte, Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste, Itajaí Açu, Benedito, Luiz Alves e por fim Itajaí-Mirim, que é a sub-bacia na qual o presente estudo está inserido.

Figura 01. Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí. (a) Localização de Santa Catarina no território brasileiro. (b) Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí no estado catarinense. (c) Sub-bacias do Rio Itajaí, com destaque para a sub-bacia do Rio Itajaí-Mirim.



Fonte: Autora, 2022.

De acordo com Riffel & Beaumord (2003) apud Beaumord & Homechin (2007) e o documento Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina elaborado por meio do consórcio Engecorps et al (2006), a bacia hidrográfica do rio Itajaí-Mirim tem uma bacia de drenagem (extensão do escoamento de um rio central e seus afluentes) de cerca de 1.206 km² e leito principal (caminho do rio) com aproximadamente 170 km. A vazão média de longo termo (média das vazões médias anuais para toda a série de dados) é de 32,2 m³/s.

A largura do rio varia entre 50 e 80 metros, a densidade de drenagem (divisão entre o comprimento médio dos canais fluviais da bacia hidrográfica com a área total da mesma) é de 1.6 km/km², o coeficiente de forma (relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial é de 0,054, onde quanto menor esse índice, mais comprida é a bacia e consequentemente menos sujeita a inundação ela é. Por conseguinte, em relação a compacidade (relação entre o perímetro da bacia e o perímetro do círculo de igual área), a bacia do rio Itajaí-Mirim apresenta índice de compacidade de 2,03. Índices próximos de 1 indicam bacias mais compactas, que

tendem a concentrar o escoamento e são mais susceptíveis a inundações (CARVALHO E SILVA, 2006).

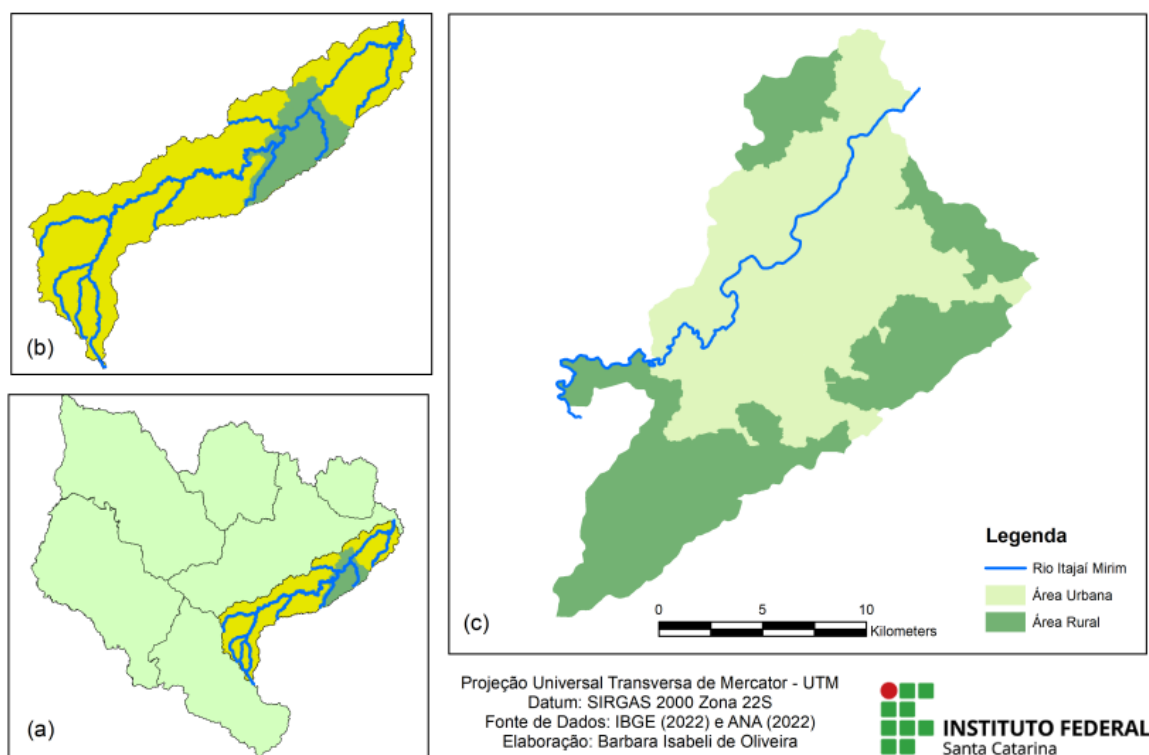
Todas as características mencionadas acima relacionadas entre si atribuem a esta bacia um aspecto alongado, com grande probabilidade de ocorrência de enchentes decorrentes de precipitações curtas, porém intensas, sendo uma das bacias mais expressivas do estado considerando aspectos socioeconômicos e de hidrografia. Além disso, de acordo com Engecorps et al (2006), a precipitação média anual no rio Itajaí-Mirim em seu posto fluviométrico (83500000) é de 1.509 mm/ano.

A trajetória do rio Itajaí-Mirim tem sua nascente na cidade de Vidal Ramos passando integralmente pelos municípios de Presidente Nereu, Botuverá, Brusque, Guabiruba e Itajaí e parcialmente pelo município de Ilhota (9,5%) percorrendo cerca de 170 km de extensão (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010; HOME-CHIN; BEAUMORD, 2007).

O município de Brusque está localizado na Sub-bacia Itajaí-Mirim em Santa Catarina conforme figura 02, tem uma área territorial de 284,6 km² e com população estimada para o ano de 2021 de 140.597 habitantes (IBGE, 2022). De acordo com dados de 2010, o município conta com 89% de esgotamento sanitário adequado e 100% da população urbana cerca de 133.000 habitantes é atendida pelos serviços de coleta de resíduos sólidos que são encaminhados para o aterro sanitário do município, com um dia da semana destinado a coleta seletiva de resíduos recicláveis (SNIS,2022).

Considerando os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é possível afirmar que cerca de 94% da população do município de Brusque está localizada na área urbana. O município não tem pontos fixos para coleta de resíduos volumosos ou os contemplados pela logística reversa, como pilhas, baterias, pneus, lâmpadas, porém é realizado anualmente com organizações da cidade um dia para o recebimento destes resíduos a serem destinados corretamente (BRUSQUE, 2022).

Figura 02. a) Bacia do rio Itajaí e suas sub-bacias. (b) Sub-bacia do rio Itajaí-Mirim, com a indicação em verde do território municipal de Brusque. (c) Município de Brusque, com indicação do leito do rio Itajaí-Mirim e áreas urbanas (verde claro) e rurais (verde escuro).



Fonte: Autora, 2022.

O município é definido pelo macrozoneamento em Unidades de Planejamento (UP) conforme o Plano Diretor Municipal, sendo considerado um total de 20 UP's, das quais 3 estão delimitadas como uso rural e as demais UP's são consideradas como Zona de Consolidação e Intensificação, Zona de Ocupação Controlada ou Zona de Manutenção do Perfil Local (BRUSQUE, 2022).

Com o objetivo de conhecer as principais características dos municípios a montante e a jusante da área de estudo, na tabela 1 é possível visualizar um resumo de dados disponibilizados pelo IBGE (2021) como população e saneamento básico, o qual é compreendido por abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas conforme Lei Federal nº 11.445 de 2017. A figura 03 apresenta as cidades associadas ao rio Itajaí – Mirim.

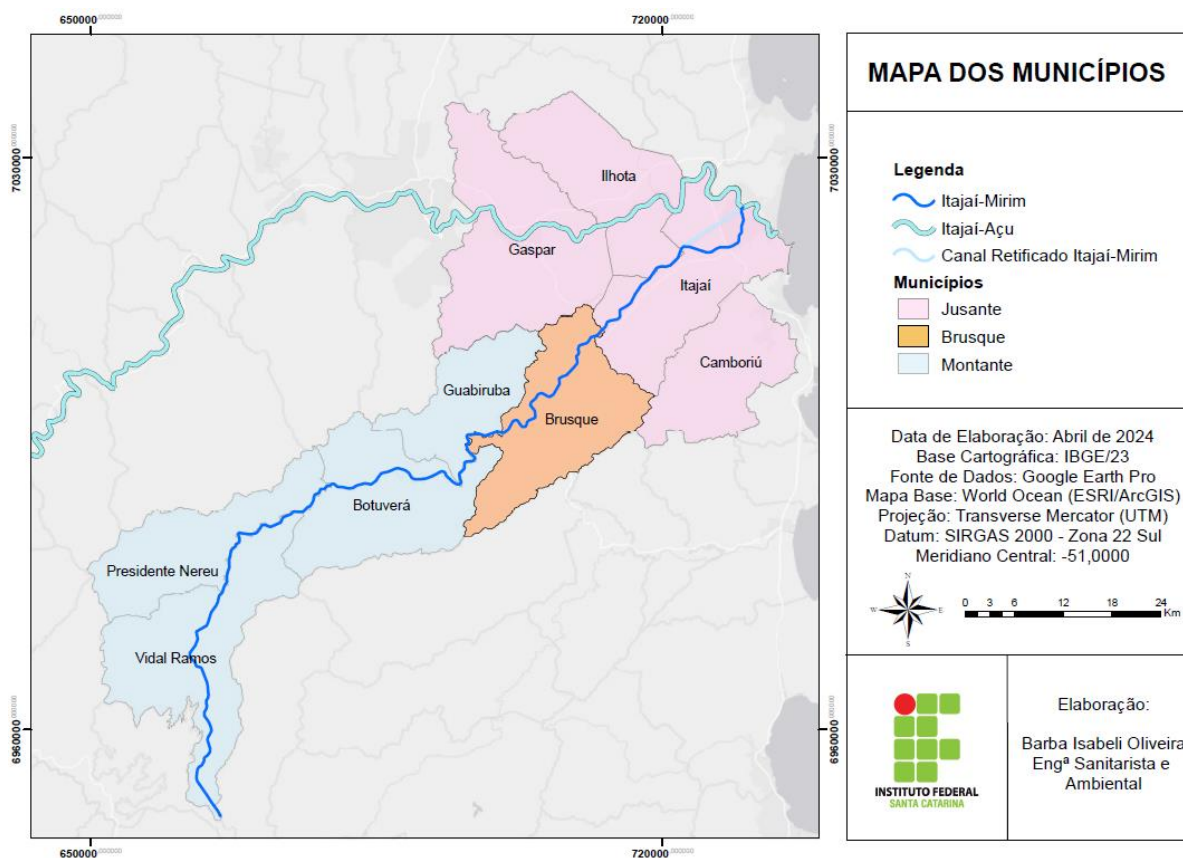
Tabela 01. Resumo das características dos municípios.

Município	População estimada	Área territorial	Água Potável	Esgotamento Sanitário	Resíduos Sólidos	IDH*
			% atendida			
Vidal Ramos	6.189	346,932 km²	44,24%	NA	80,79	0,700
Presidente Nereu	2.279	224,748 km²	41,92%	NA	65,70%	0,737
Botuverá	5.396	296,256 km²	26,04%	NA	62,01%	0,724
Brusque	140.597	284,675 km²	100%	NA	100%	0,795
Guabiruba	24.922	172,173 km²	73,43%	NA	100%	0,754
Gaspar	71.925	386,616 km²	95,43%	2,34%	100%	0,765
Itajaí	226.617	289,215 km²	99,07%	28,60%	94,59%	0,795
Camboriú	87.179	210,568 km²	94,98%	NA	99,88%	0,726
Ilhota	14.531	253,024 km²	92,10	21,16%	100%	0,738

Fonte: (IBGE, 2022) e (SNIS, 2022) adaptado pela autora (2023).

*Dados de IDH de 2010.

Figura 03. Mapa das cidades a montante e a jusante de Brusque que recebem o Rio Itajaí-Mirim.



Fonte: Autora, 2023.

O principal rio que corta a cidade é o rio Itajaí-Mirim, que é um dos afluentes principais do rio Itajaí Açu, sendo seu maior tributário. Esta região hidrológica faz parte de uma das regiões da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí que é dividida em duas porções: planalto norte e litoral. Por conseguinte, as águas do rio estudado são classificadas de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 como classe 2 que podem ser destinados ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação e pesca.

Ao longo do seu percurso o rio Itajaí Mirim recebe afluentes do ribeirão Sorocaba (Brusque), rio Canhanduba e do canal retificado do próprio rio Itajaí-Mirim (ambos em Itajaí). Além disso, passa pelo Parque Nacional da Serra do Itajaí. Em Brusque este rio recebe diferentes cargas poluidoras devido ao lançamento de efluente de diversas indústrias, como do setor têxtil, metal-mecânica, papel e celulose,

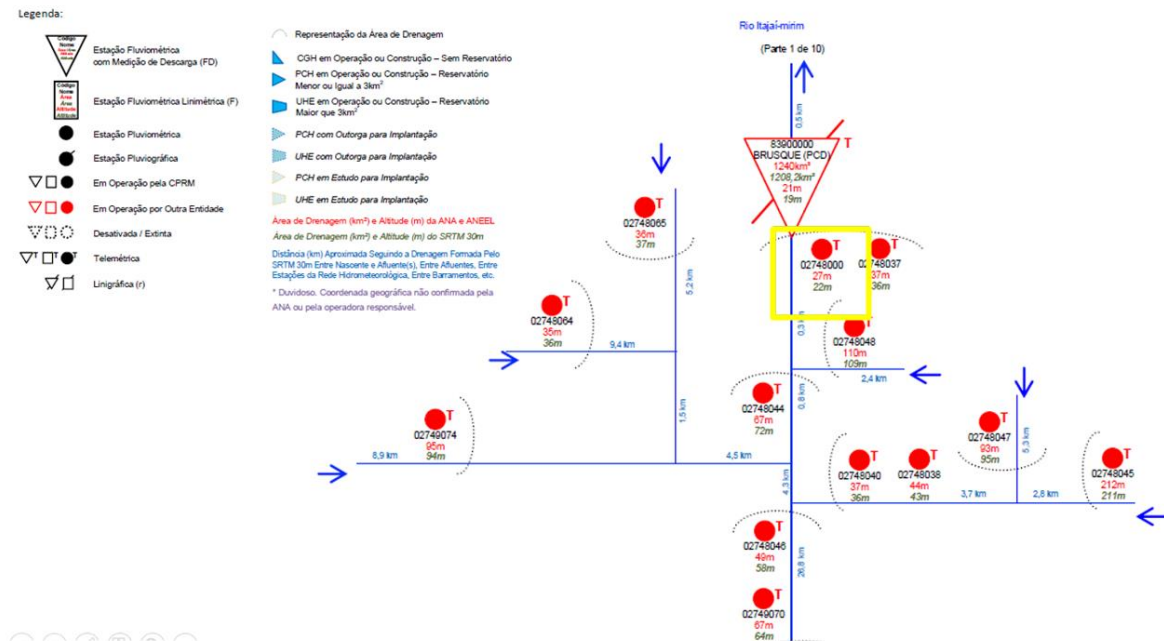
pesqueira, e inclusive efluente sanitário proveniente das residências (SANTA CATARINA, 2016).

Brusque está localizada em região de Floresta Ombrófila Densa de acordo com suas características fitogeográficas. A temperatura média anual de Brusque varia entre 18 e 20 °C, com precipitação total anual de 1.700 a 1.900 mm com chuvas de maior intensidade na época de verão e umidade relativa anual entre 84 e 86% (PANDOLFO et al, 2002). A região estudada, de acordo com a classificação de Koppen, apresenta clima tipo Cfa - clima subtropical úmido sem estação seca e com verão quente e é caracterizada pelo elevado índice de umidade e baixa amplitude térmica devido à influência oceânica KLEIN (1978) apud RIFFEL; BEAUMORD (2002).

Os aspectos hidrometeorológicos da bacia, podem ser representados através de um diagrama unifilar. Tal diagrama tem como objetivo apresentar onde estão as informações relevantes sobre o recurso hídrico em relação a aspectos como a localização das estações em funcionamento ou desativadas na bacia, usinas hidrelétricas e outros tipos de barragens. Ele visa facilitar a compreensão do funcionamento do sistema hidrológico da bacia hidrográfica (GUIMARÃES, et al 2017).

Sendo assim, considerando o estudo proposto por Guimarães et al (2017) que apresenta o diagrama unifilar da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim, é possível observar conforme figura 04 que a bacia conta com 25 estações pluviométricas sendo 22 delas telemétricas (transmissão de dados em tempo real para uma central de controle), 24 delas estão em operação por outra entidade que não a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e uma está desativada. Além disso, a bacia conta com 04 estações fluviométricas, sendo 2 delas telemétricas. Considerando que para o presente estudo pretende-se utilizar dados de precipitação em seu comparativo quanto a presença de resíduos, será possível considerar os dados disponíveis das estações pluviométricas com código 02748000 que está destacado em amarelo na figura 04, estes dados ficam disponíveis *online* no site Hidroweb.

Figura 04. Diagrama Unifilar da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim com foco para a região de Brusque, destacado em amarelo dados de precipitação utilizados neste estudo.



Fonte: Guimarães et al (2023) adaptado pela autora.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos são materiais descartados resultantes de atividades humanas, que possuem pouca ou nenhuma utilidade para quem os gera. Eles podem ser classificados em diferentes categorias, como resíduos domésticos, resíduos industriais, resíduos de saúde e resíduos agrícolas.

A legislação brasileira aborda a gestão de resíduos sólidos, incluindo sua disposição adequada, por meio da Lei Federal nº 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que apresenta os requisitos básicos para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos através de objetivos, instrumentos e diretrizes. Além disso, ela dispõe sobre as responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A PNRS é essencial para a gestão responsável dos resíduos no Brasil e a educação ambiental é importante para promover a compreensão dos seus princípios. O engajamento ativo dos cidadãos, pressionando por ações e cumprimento da lei, é

vital para o sucesso da implementação da PNRS e para uma gestão sustentável dos resíduos sólidos no país.

Todavia, a disposição incorreta dos resíduos sólidos vem sendo cada vez mais observada e isso é resultado do avanço da urbanização e crescimento populacional e no aumento do consumo, bem como falta de conscientização das pessoas. Cada época histórica tem como característica um estilo de vida das pessoas e um modelo de atividade econômica, todavia, independente das características são observados impactos ambientais provenientes do modelo de vida da época.

Segundo Nogueira (2010) apud Hempe e Noguera (2012), é possível identificar dois principais ciclos em que a problemática de resíduos sólidos é presente de acordo com o modo de vida das pessoas, sendo a primeira considerada pelo surgimento do homem até a Revolução Agropastoril onde o consumo humano era exclusivamente proveniente da natureza, ou seja, os resíduos gerados na sua maioria eram orgânicos. A segunda época tratada pelo mesmo autor foi marcada pelo início da Revolução Industrial, onde nesta etapa ocorreu a transição do modo de produção, dando lugar a produção em grande escala de forma industrial. Consequentemente, nesta segunda época, ao ser alterado o modo de vida das pessoas, os casos de poluição dos recursos naturais também são alterados, e principalmente intensificados.

Os resíduos sólidos quando dispostos incorretamente, podem ser conduzidos até as margens de rios, resultando em efeitos prejudiciais na fauna, flora e ecossistema aquático, além de representarem riscos à saúde humana devido à contaminação das águas e do solo. Nos casos de impacto a fauna e flora, isso ocorre pois os resíduos podem ser ingeridos por animais, causando sufocamento, intoxicação e morte. A fauna aquática também pode ficar enredada em plásticos e outros detritos, prejudicando sua mobilidade e alimentação. A vegetação próxima ao rio é afetada pelo acúmulo de lixo, comprometendo seu desenvolvimento.

O principal causador desses impactos são os plásticos, que após entrar nos corpos d'água, são transportados de forma complexa e pouco compreendida, influenciada por vários fatores como localização geográfica, condições meteorológicas, padrões de fluxo da água e características do resíduo. Isso pode levá-los a percorrer longas distâncias antes de serem depositados nas costas ou afundarem no fundo do oceano (SEBILLE et al, 2020).

Além disso, os casos de riscos à saúde humana se devem ao fato de possível contaminação da água e do solo por produtos químicos presentes nos resíduos,

podendo levar a doenças, alergias e outros problemas de saúde (JAMBECK et al., 2015).

As principais fontes de resíduos sólidos nas margens dos rios incluem atividades agrícolas, indústrias, descarte inadequado de lixo doméstico, turismo, pesca e embarcações (SCHULTZE et al., 2018). E os principais tipos de resíduos encontrados nas margens dos rios variam e incluem plásticos, metais, vidro, papel, produtos químicos e outros materiais (SCHMIDT et al., 2017). Diversos fatores contribuem para o descarte inadequado de resíduos nas margens dos rios, como falta de conscientização, infraestrutura inadequada, comportamento irresponsável e falta de fiscalização (CÓZAR et al., 2014).

Por fim, boas práticas para o gerenciamento de resíduos sólidos relacionados às margens dos rios incluem campanhas de conscientização, coleta seletiva, educação ambiental, incentivo à reciclagem, fiscalização eficaz e aplicação de penalidades (LIU et al., 2019). Além de implantação de infraestrutura mitigadora, como ecobarreiras.

2.3 MONITORAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM RIOS

Os rios desempenham um papel vital como recursos naturais, fornecendo água potável, irrigação para a agricultura, *habitat* para a vida selvagem e oportunidades de recreação. No entanto, quando os resíduos sólidos são indevidamente descartados em rios, ocorre a contaminação direta desses recursos naturais, resultando em sérios danos ao ecossistema e colocando em risco a saúde das comunidades humanas que dependem desses rios (UNEP, 2021).

O monitoramento dos resíduos sólidos em rios é de extrema importância para avaliar a magnitude do problema e implementar ações corretivas adequadas. Esse monitoramento fornece dados essenciais sobre o tipo e a quantidade de resíduos presentes nos rios, identificando suas fontes e locais críticos de acumulação. Além disso, ajuda a avaliar os impactos do mesmo na vida aquática e terrestre, permitindo o desenvolvimento de estratégias para mitigá-los (ROCHMAN et al., 2013).

Existem diversos estudos acerca do monitoramento de resíduos sólidos, nos quais as coletas de dados variam conforme a característica do local e decisão do pesquisador. As principais definições para o monitoramento são em relação as

categorias de tamanho a serem analisadas, bem como as classes de resíduos e as técnicas de amostragem para coleta de dados.

Em relação as categorias de tamanhos, os resíduos sólidos podem receber diferentes classificações de tamanho, porém é comum que os autores categorizam em: nano (menor que 0,33 mm), micro (de 0,33 mm a 0,5 cm), meso (de 0,5 cm a 2,5 cm), macro (de 2,5 cm a 1 m) e mega (maiores de 1 m) (LIPPIATT et al., 2013).

A categorização dos resíduos sólidos é definida por Armitage (2000) considerando que diferentes tipos de resíduos podem ser encontrados em rios, sistemas de drenagem ou no ambiente marinho. Desta forma, o autor propõe uma classificação simplificada em: plásticos, papel, metais, vidros, vegetação, animais, material de construção e diversos. Já a Lista Mestra de Categorias de Itens de Lixo presente no “Guia sobre Monitoramento de Lixo Marinho nos Mares Europeus” (GALGANI et al, 2013), que já foi utilizada em diversos estudos, define sete categorias de macrolixo: plástico, borracha, metal, tecido, vidro, cerâmica e madeira, cada categoria é ramificada para diferentes tipos de resíduos possíveis, conforme a classe geral.

Forgiarini (2018) em seu estudo sobre a classificação dos resíduos sólidos coletados em ecobarreira em curso da água utilizou as classificações: plástico, papel, embalagem cartonada, metal, vidro, isopor, têxtil, fraldas e absorventes. Além disso, Ribic et al (1992) sugere que os materiais encontrados sejam classificados pela composição, ou seja: plástico, isopor, vidro, metal, borracha, fibra, madeira e papel.

Por conseguinte, também se observa grande variedade nas técnicas de coleta realizadas nas margens dos rios. Para compreender melhor essa variedade, foi feita uma pesquisa bibliográfica utilizando as bases de dados *ScienceDirect*, Portal CAPES e Google Acadêmico com as seguintes palavras-chaves: “*Riverine litter*”, “*litter in freshwater*”, “*monitoring litter on river*”, “*monitoring litter in freshwater*” e “*litter on river*”.

Os artigos mais recentes encontrados foram lidos, bem como suas referências que pudessem ser relevantes sobre o assunto. Na tabela 2 é possível observar um resumo das principais metodologias de amostragem encontradas em referências bibliográficas.

Tabela 02. Possibilidades de amostragem de resíduos sólidos em rio.

Autor	Metodologia de Amostragem	Local da Amostragem	Tamanho do Resíduo
Corcoran et al, 2015	Faixa de 10 m x 2,5 m ao longo da margem do rio visíveis e em profundidade de 5 cm.	Margem do rio	Mesolixo
	Coleta com um Mini Box Corer embarcado.	Resíduo em fundo do rio	
Zbyszewski e Corcoran, 2011	Vários transectos de 2 m x 2 m.	Margem do lago	Macro e micro lixo
Hoellein et al, 2014	Toda margem de uma zona ribeirinha com 10 m da borda do rio.	Margem do rio	Macrolixo
Rech et al, 2014	Amostragem em três zonas com base na distância (3 m) até o leito do rio, sendo: margem, intermediário e margem superior. Cada zona 5 círculos (raio=1,5 m) com distância de 30 m entre os círculos	Margem do rio	Macrolixo
Morritt et al, 2014 E Lechner et al, 2014*	Redes ancoradas submersas 40 cm do leito do rio que é a altura da rede “líder”.	Leito do rio	Macrolixo
Gasperi et al, 2014	Barreiras flutuantes, para a coleta de dados: 10 kg de resíduos triturados por campanha.	Ancoradas próximos a margem do rio (permitir tráfego de embarcações)	Microplástico

Fonte: Autora, 2023.

*semelhante a Morritt et al, 2014 na forma de amostragem, mas com medidas e tempo de coleta diferentes.

Considerando o acima exposto, as pesquisas de monitoramento de resíduos sólidos em rios desempenham um papel crucial na compreensão da extensão e dos impactos da contaminação por resíduos nesses ecossistemas. Estudos sobre a presença e distribuição dos resíduos, levando em consideração a localização geográfica, os tipos de resíduos e seus tamanhos, fornecem informações detalhadas sobre a poluição dos rios.

As análises de localização auxiliam na identificação de áreas críticas de acúmulo de resíduos, permitindo a focalização de esforços de mitigação. A caracterização dos tipos de resíduos, como plásticos, vidros, metais e produtos químicos, oferece indícios sobre suas fontes e comportamentos no ambiente aquático. Além disso, a análise dos tamanhos dos resíduos, desde microplásticos até itens volumosos, ajuda a compreender a diversidade de resíduos e seus efeitos potenciais na vida selvagem e na saúde humana (GESAMP, 2019).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística pode desempenhar um papel importante em estudos que investigam a presença e a composição de resíduos sólidos nas margens dos rios. Através de técnicas estatísticas apropriadas, é possível processar e interpretar os dados coletados de maneira eficaz, fornecendo informações valiosas para a gestão ambiental bem como para apoiar a tomada de decisões e políticas relacionadas à gestão de resíduos sólidos e à preservação dos ecossistemas aquáticos.

Dentre as análises estatísticas possíveis a serem realizadas nos estudos de resíduos sólidos está a estatística descritiva, da qual permite resumir os dados de resíduos sólidos. São considerados os cálculos de medidas centrais (média, mediana), dispersão (desvio padrão) e análise de frequência para apresentar uma visão abrangente da quantidade e variedade de resíduos encontrados nas margens dos rios (HIDALGO-RUZ et al., 2012).

Já as análises de correlação são aplicadas para entender possíveis associações entre a presença de diferentes tipos de resíduos e variáveis ambientais, como urbanização, atividades industriais, densidade populacional ou uso do solo. Essas análises podem ajudar a identificar os principais impulsionadores da presença de resíduos nas margens dos rios (SUARIA et al., 2016).

Menezes et al (2019) em seu estudo de caracterização dos resíduos sólidos domiciliares destaca a importância da análise estatística para a apresentação dos resultados, tendo em vista que através destas ferramentas é possível ter uma maior confiabilidade e credibilidade nos resultados do estudo. Dentre as análises estatísticas utilizadas por esse autor encontra-se teste de normalidade *Shapiro-Wilks*, a fim de realizar uma análise descritiva do conjunto de dados, além do teste t de *Student* e Análise de Variância (ANOVA) para análise socioeconômica e análise regional, respectivamente.

Por fim, da mesma forma, Colvero et al (2017) apresentou em sua avaliação da geração de resíduos sólidos no estado de Goiás uma análise descritiva, seguida da realização de uma inferência estatística através de testes paramétricos e não paramétricos com o objetivo de testar se os dados coletados se ajustavam a uma distribuição teórica.

2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Educação Ambiental (EA) é definida como:

"Um processo permanente, que se baseia em conhecimentos teóricos e práticos, com o objetivo de desenvolver uma consciência crítica sobre as questões ambientais e de promover a aquisição de valores, habilidades, atitudes e competências para participar de forma responsável e efetiva na prevenção e solução de problemas ambientais presentes e futuros" (UNESCO, 1978).

A EA é considerada internacionalmente como um instrumento indispensável de sensibilização quanto a práticas mais sustentáveis. O início deste debate se dá com a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Conferência de Estocolmo) que ocorreu em 1972. Eventos internacionais como o mencionado foram os impulsionadores desta temática, resultando em 1992 na Rio92 e o Tratado de

Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (GARCIA et al, 2020).

A partir dos compromissos assumidos na Rio92 foi promulgado no Brasil a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), através da Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Esta lei apresenta definições sobre educação ambiental, conceitos e objetivos. Além disso, ela aborda a educação ambiental no ensino formal, que é desenvolvida através dos currículos das instituições públicas e privadas de ensino, bem como a educação ambiental não formal, que é caracterizada pelas práticas voltadas à sensibilização de todos sobre a temática através de workshops, palestras e atividades práticas no campo. A EA é conceituada na PNEA como o processo no qual os indivíduos e grupos podem desenvolver valores, conhecimentos, habilidades e atitudes com o objetivo de preservar o meio ambiente (BRASIL, 1999).

A EA é uma temática que tem como objetivo trabalhar a responsabilidade socioambiental através da sensibilização. A sensibilização é vista como um aspecto-chave para motivar mudanças comportamentais e ação em prol da proteção ambiental, indo além do mero conhecimento. Diferente da conscientização, que é considerada como um passo inicial na construção de um entendimento mais aprofundado das questões ambientais (SAUVÉ, 2005).

O Ministério da Educação e Cultura (MEC) definiu os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) com o objetivo de ser a referência curricular aos professores, nele consta os temas transversais (que não pertencem a uma área específica, mas sim podem fazer parte de várias áreas) definidos por ética, pluralidade cultural, meio ambiente, entre outros dos quais são de suma importância serem abordados em todos os aspectos escolares de forma interdisciplinar, neste aspecto como por exemplo a EA.

Segundo Oliveira et al (2023) a EA possibilita o desenvolvimento de práticas educativas quanto aos aspectos ambientais, neste caso por exemplo acerca de resíduos sólidos onde permite abordar o impacto ocasionado pela disposição incorreta de resíduos em rios, bem como permite que o cidadão reflita e conscientize-se quanto a sua contribuição acerca do problema.

A preservação dos rios é crucial para garantir a sustentabilidade do ecossistema, que depende desse recurso direta ou indiretamente. No entanto, uma das maiores ameaças à saúde dos rios é causada pelos resíduos sólidos descartados de forma incorreta nas margens de rios. A EA desempenha um papel crucial na

conscientização e ação em relação aos resíduos sólidos, envolvendo tanto escolas quanto instituições de ensino. Há uma necessidade de articular de forma mais concreta os temas de resíduos sólidos e educação ambiental, especialmente no contexto de áreas urbanas. Observa-se a dificuldade de encontrar trabalhos que integrem de maneira eficaz ambos os temas, bem como que tragam o contexto de educação ambiental sobre resíduos sólidos em rios, com foco em ambientes costeiros.

As escolas são consideradas importantes agentes de transformação, promovendo a conscientização dos estudantes sobre os impactos dos resíduos sólidos no meio ambiente e na sociedade. Além disso, instituições de ensino superior também têm a responsabilidade de formar profissionais capacitados para lidar com questões ambientais (UNESCO, 2017).

Diversos projetos e programas têm alcançado sucesso ao abordar a temática de resíduos sólidos. O programa "Eco-Escolas", presente em vários países, tem sido eficaz ao envolver estudantes na gestão de resíduos e em práticas sustentáveis no ambiente escolar. Além disso, iniciativas de coleta seletiva, reciclagem e compostagem nas escolas também têm contribuído para uma maior compreensão dos resíduos sólidos.

Por fim, por exemplo o Programa de Educação Ambiental e Sensibilização da Coleta Seletiva da cidade de Porto Alegre, Brasil, tem contribuído para aumentar a consciência sobre a coleta seletiva e a redução da geração de resíduos. A implementação de programas semelhantes em outras localidades tem demonstrado resultados positivos na mudança de comportamento das comunidades (FEDORUK & MAHEU, 2017).

2.6 DOCUMENTO SÍNTESE

O documento síntese é uma ferramenta essencial para resumir e apresentar de forma concisa as conclusões de estudos. Ele resume informações técnicas de uma pesquisa em um formato mais acessível e de fácil leitura, permitindo uma compreensão rápida e eficaz do conteúdo.

Neste estudo, o principal objetivo do documento síntese é em ser uma fonte de informação rápida e acessível para que seja utilizado como base em possíveis políticas públicas do município de Brusque/SC.

3 METODOLOGIA

A seguir serão apresentados os itens que compõem a metodologia do presente estudo, iniciando pela descrição da definição dos pontos amostrais, protocolo de segurança, monitoramento dos resíduos sólidos em rio, análise estatística dos dados coletados, educação ambiental proposta acerca do tema e por fim o documento síntese sumarizando os resultados obtidos.

3.1 PONTOS AMOSTRAIS

O presente estudo foi realizado ao longo do rio Itajaí-Mirim, especificamente na cidade de Brusque. Para isso foram definidos pontos amostrais em margens do rio com planície aluvial formada por meandros, onde de um lado da margem é desenvolvida convexidade e do outro lado se desenvolve concavidade em seu perfil longitudinal. A erosão ocorre na margem côncava e a deposição de sedimento acontece na margem convexa, devido a características hidráulicas do canal, conforme figura 5 (ZANCOPÉ et al, 2009).

Figura 05. Representação da dinâmica do rio com formação de banco de areia e erosão.

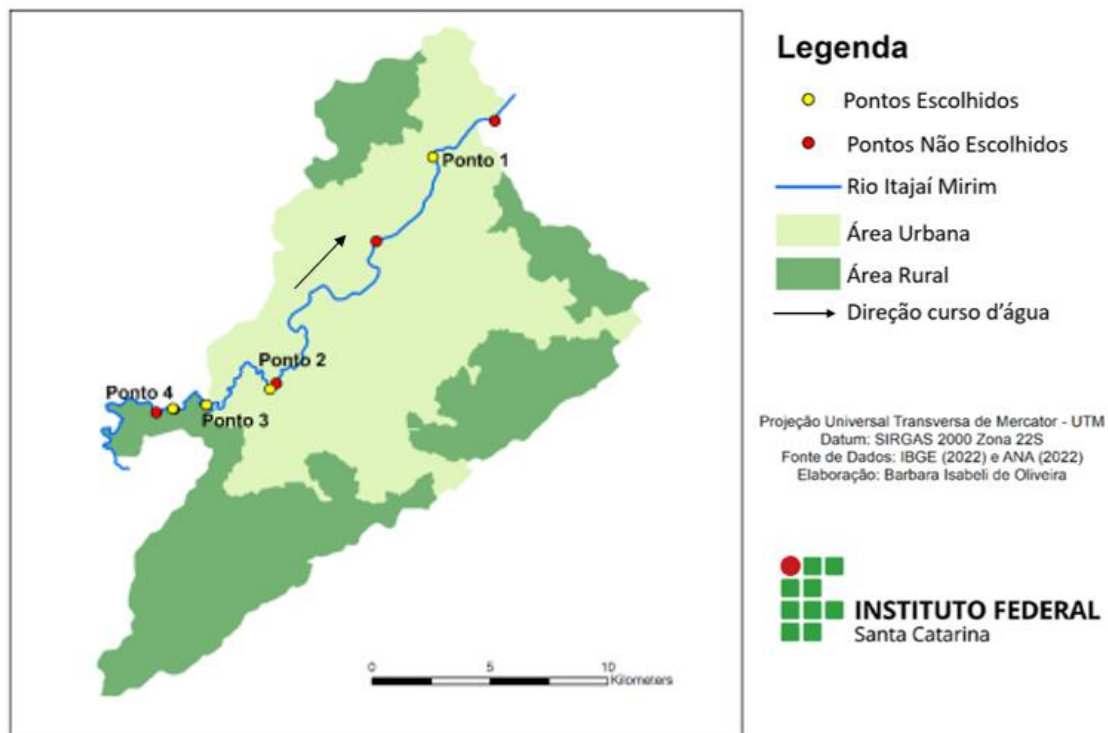


Fonte: Dinâmica das Bacias Hidrográficas, 2023.

Desta forma, foram considerados pontos onde há o depósito de sedimentos na margem convexa do rio com o objetivo de verificar se nos pontos de deposição de sedimentos, há também a presença de resíduos sólidos. Para a definição dos pontos foi realizado um levantamento preliminar em pontos potenciais pré-selecionados na área urbana e rural do município com o auxílio do mapeamento digital fornecido pelo sitio da internet *Google Earth*.

Nesta verificação prévia foram selecionados 8 pontos potenciais que apresentaram a característica inicial requerida e do total de pontos conforme figura 6, 4 foram escolhidos como pontos amostrais para a realização do presente estudo. Para a análise *in loco* considerou-se fatores como: se há necessidade de autorização para acesso, distância entre pontos, possibilidade de acesso, presença de riscos para chegar ao local.

Figura 6. Localização dos pontos potenciais e amostrais na cidade de Brusque/SC.



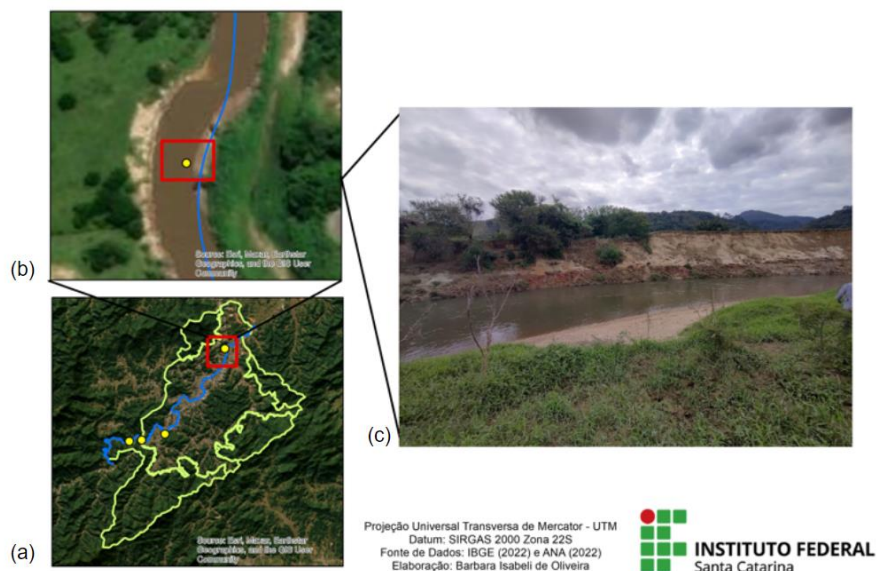
Fonte: Autora, 2022.

A seguir é feita uma melhor caracterização de cada ponto amostral selecionado, a numeração dos pontos escolhidos se deu inicialmente da área urbana para a área rural.

- Ponto 1: Beira Rio

Localizado na área urbana da cidade com Latitude $27^{\circ} 2'44.53''\text{S}$ e Longitude $48^{\circ}52'55.41''$ o ponto “Beira Rio” está representado pela figura 7. Seu acesso se dá através da Rua Beira Rio. Este ponto tem como área de estudo toda a faixa de areia com cerca de 240 m^2 , sendo aproximadamente 60 m de comprimento e 4 m de largura.

Figura 7. Ponto 1 “Beira Rio”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.

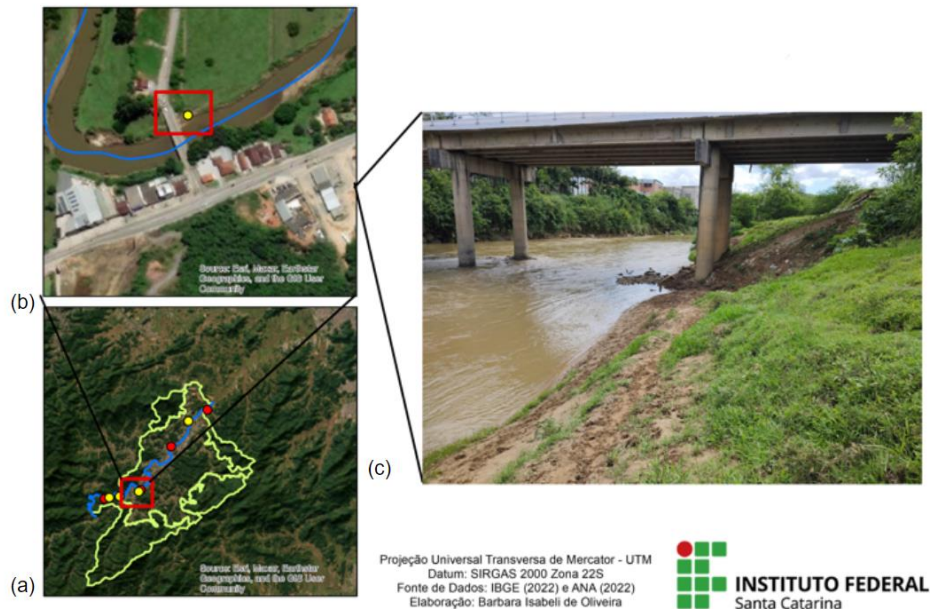


Fonte: Autora, 2022.

- Ponto 2: Rio Branco

Esse ponto é localizado na área urbana da cidade com Latitude $27^{\circ} 8'15.9''\text{S}$ e Longitude $48^{\circ}57'05.6''\text{O}$. Situado próximo de uma ponte, para acessar ao local é necessário passar por um pasto com gado e próximo deste ponto há residências, indústrias e rodovias conforme figura 8. Tem como área de coleta toda a faixa de areia com 50 m de comprimento (fluxo do rio) e 10 m de largura (margem da praia), resultando em uma área aproximada de 500 m^2 .

Figura 8. Ponto 2 “Rio Branco”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.

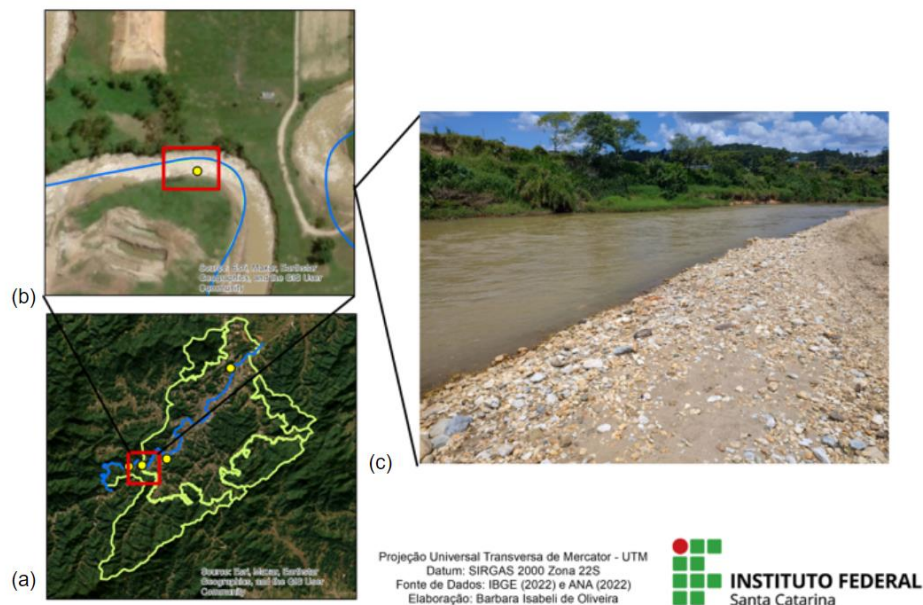


Fonte: Autora, 2022.

- Ponto 3: Dom Joaquim

Localizado na área rural da cidade com Latitude $27^{\circ} 8'40.76''S$ e Longitude $48^{\circ}58'41.11''O$, esse ponto situa-se no bairro Dom Joaquim, conforme figura 9. O acesso até este ponto é através da Rua Ernesto Bianchini. Está distante cerca de 250 metros de residências, com indústria situada a uma distância de cerca de 500 metros. Tem como área de estudo toda a faixa de areia com cerca de 500 m^2 , sendo 100 m de comprimento e 5 m de largura.

Figura 9. Ponto 3 “Dom Joaquim”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.

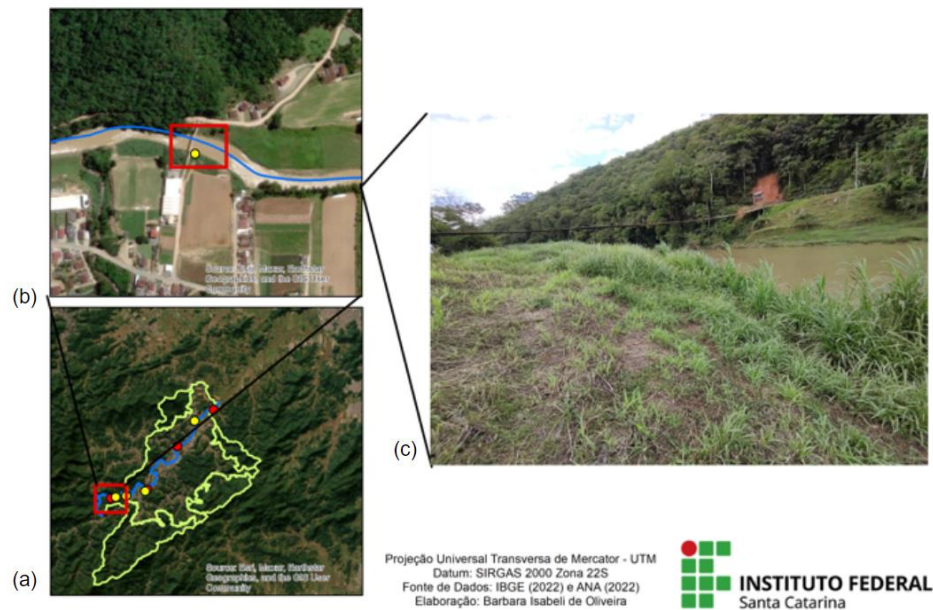


Fonte: Autora, 2022.

- **Ponto 4: Cristalina**

Localizado na área rural da cidade, com Latitude $27^{\circ} 8'44.85''S$ e Longitude $48^{\circ} 59'34.44''O$, o ponto “Cristalina” está localizado no bairro de mesmo nome conforme figura 10. O acesso é através da Rua André Decker, esse ponto está distante aproximadamente 40 metros de residência e indústrias. Tem como área de estudo toda a faixa de areia com cerca de 282 m^2 , sendo 47 m de comprimento e 6 m de largura.

Figura 10. Ponto 4 “Cristalina”. (a) Município de Brusque/SC com divisão das áreas rurais e urbanas em amarelo e rio Itajaí-Mirim em azul. (b) Vista superior do ponto. (c) Vista no local do ponto.



Fonte: Autora, 2022.

3.2 PROTOCOLO DE SEGURANÇA

As saídas de campo foram realizadas em dupla, onde a pesquisadora e seu acompanhante utilizaram vestimentas adequadas, como calçado fechado, calças jeans ou similares, óculos de sol, luvas e protetor solar, além de aparelho celular carregado e com sinal. A rota, destino e horário previsto para retorno foram informados para amigos e/ou parentes. Sempre se respeitou uma distância segura da água do rio. Na hipótese de presença de situação potencialmente perigosa envolvendo pessoas e/ou animais, a saída de campo poderia ser cancelada e reagendada.

As recomendações de segurança foram também abordadas no documento síntese para que durante a definição de medidas públicas seja levado os protocolos de segurança em consideração.

3.3 MONITORAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM RIO

A periodicidade de coleta de dados ocorreu nos regimes hídricos de baixas e altas vazões. Avaliaram-se duas formas de definir os períodos de coleta de dados conforme figura 11, a primeira baseou-se nos dados históricos de precipitação do rio Itajaí-Mirim de forma a determinar os períodos de maior e menor precipitação, para consequentemente serem definidas as campanhas amostrais (Estratégia A). Para essa definição foi considerada a análise da série climatológica de 20 anos de precipitação utilizando um banco de dados criado pelo CPTEC/INPE denominado MERGE, que reúne dados mundiais diários de precipitação com dados observados *in situ* através de estações meteorológicas e dados estimados de satélite proposto por Rozante et al (2010).

Além disso, foram comparados os dados obtidos na série histórica com dados de precipitação de estação meteorológica da região denominada Brusque (PCD) e código 2748000 disponibilizado pelo Hidroweb denominado “Séries Históricas de Estações”, a fim de verificar se existe diferença entre os dados. Independentemente de haver ou não diferença entre os dados, foi considerada a base de dados com maior confiabilidade. Após obtida a série climatológica, utilizou-se a técnica de Percentis a qual possibilita detectar os eventos de maior e menor precipitação.

A segunda forma avaliada para definir as datas de coleta foi através dos alertas emitidos pela Defesa Civil, com o objetivo de conseguir coletar os dados mais reais possíveis em situações de cheias do rio (Estratégia B). Com a emissão do alerta, realizou-se uma coleta nas 24 horas que antecederam o horário previsto para o início do evento de alerta e uma coleta nas 24h após o horário previsto para o término do evento de alerta, em cada ponto analisado.

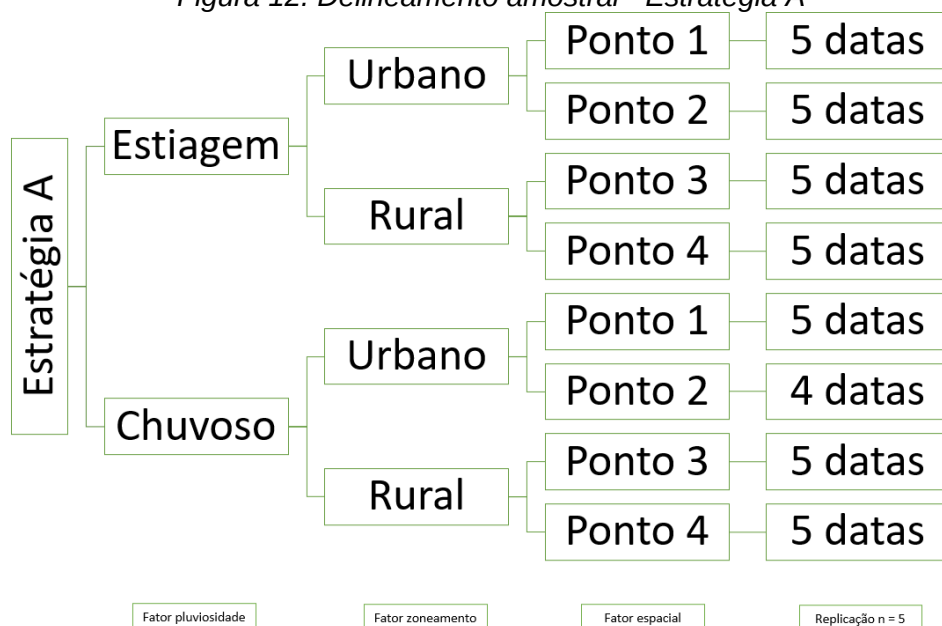
Figura 11. Estrutura de coleta de dados.



Fonte: Autora, 2022.

Essas duas opções foram realizadas e avaliadas preliminarmente em termos de qualidade de geração de dados e de viabilidade operacional, para então se definir a estratégia mais satisfatória. Por conseguinte, foram propostas a realização de coletas de dados em 5 datas (réplicas temporais) para cada ponto em cada regime hídrico, ou seja, no período de estiagem e no período chuvoso, para o modelo de amostragem Estratégia A, conforme figura 12.

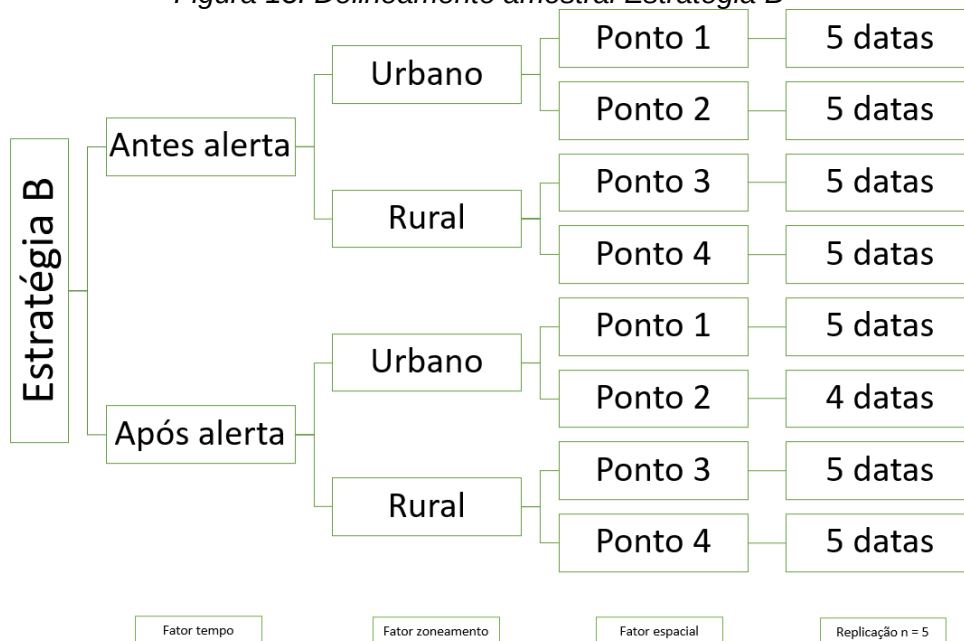
Figura 12. Delineamento amostral - Estratégia A



Fonte: Autora, 2022.

Para a Estratégia B, foram propostas a coletas de dados em cinco alertas emitidos em datas diferentes pelo órgão responsável, conforme Figura 13.

Figura 13. Delineamento amostral Estratégia B



Fonte: Autora, 2022.

Neste estudo foram considerados apenas os resíduos maiores que 2,5 cm, ou seja, o foco esteve nos resíduos mega (maiores de 1 m) e macro (de m a 2,5 cm). Para evitar dupla contagem do mesmo resíduo em diferentes datas de coleta, foi realizado o seu registro fotográfico e a definição da categoria correspondente. Além disso, após o registro, o resíduo foi encaminhado ao destino final adequado. No caso de uma grande quantidade de resíduos (mais que um saco de lixo de 100 litros), foi solicitado à prefeitura a realização da coleta.

Em caso de verificação da presença de resíduos Classe I (resíduos perigosos) a prefeitura municipal foi comunicada para realizar a coleta com equipamentos de segurança adequados e encaminhar os resíduos a um aterro licenciado para esse tipo de descarte. O mesmo protocolo foi seguido para resíduos volumosos, considerando a necessidade de uma estrutura apropriada para a coleta desse tipo de material.

A categorização dos resíduos sólidos em rio foi adaptada com base nos autores citados no referencial teórico. Desta forma, foram estabelecidas sete classes de resíduos: plásticos, metais, borracha, vidros, material de construção, materiais mistos e itens indeterminados.

Por fim, com base nas visitas prévias à área de estudo e na literatura consultada, a técnica de amostragem de resíduos sólidos em rios foi realizada por meio de coletas ao longo de toda a extensão de praia disponível no ponto amostral, onde foram verificados a quantidade e tipos de resíduos presentes. A escolha dessa metodologia se deveu ao fato de que a área delimitada pelos pontos amostrais, com presença de sedimento, não era extensa, o que facilitou a coleta de dados em toda área praial. O total de itens registrados foi dividido pela área observada, expressando os dados em itens/100 m².

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Neste estudo, foi aplicado a estatística descritiva para sintetizar e representar os dados por meio de gráficos, tabelas, médias e desvio-padrão. Além disso, utilizou-se a estatística inferencial (teste t de Student e ANOVA) a fim de testar a existência de diferenças significativas em termos da quantidade de resíduos em regime de alta ou baixa pluviosidade e a quantidade de resíduos em áreas urbanas ou rurais do município.

O desenho amostral balanceado e uma quantidade adequada de replicações conferiram robustez a ANOVA, no que se refere a eventuais variações de normalidade e de demais pressupostos associados a testes paramétricos.

3.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme o segundo objetivo específico, foi elaborado um acervo fotográfico dos itens observados, com legendas educativas, disponibilizados em rede social, como forma de atividade de educação ambiental.

Para isso, criou-se uma página na rede social “Instagram” onde ao longo do período de estudo, foram divulgados periodicamente os resultados da pesquisa, bem como publicações sobre a importância da disposição correta dos resíduos e o impacto gerado nos casos em que isso não ocorra. Após a conclusão do projeto, a gestão dessa página foi oferecida à prefeitura, possibilitando a continuidade dessa iniciativa educacional.

Também foi realizada palestras educativas com os professores da rede municipal de ensino, previamente acordada com a Secretaria de Educação. As palestras tiveram como objetivos abordar os seguintes temas:

- O motivo da palestra a ser realizada;
- Principais resultados da pesquisa através de dados;
- Registros fotográficos e acervo dos resíduos mais significativos;
- Descrição sobre a importância da destinação correta dos resíduos sólidos e o impacto da disposição incorreta para o meio ambiente e ser humano.
- O que as pessoas podem fazer caso vejam locais onde há disposição incorreta de resíduos;
- Orientações aos participantes sobre onde destinar resíduos específicos como remédios, resíduos volumosos, pilhas e baterias.

Um plano de aula (Apêndice I) foi elaborado para nortear a palestra educativa e apresenta-la à Secretaria Municipal de Educação. Os temas abordados foram estruturados de forma a permitir que os professores incorporassem o conteúdo discutido nas matérias típicas do ensino fundamental, como ciências e geografia.

3.6 DOCUMENTO SÍNTESE

Foi elaborado um documento técnico com a síntese dos principais resultados alcançados pela pesquisa e disponibilizado aos órgãos públicos municipais. Nesse documento também foram apresentadas sugestões de melhorias em termos da coleta de destinação dos resíduos sólidos, para avaliação dos órgãos responsáveis.

4. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos no estudo. Inicialmente foram expostos os dados do monitoramento de resíduos sólidos no rio Itajaí-Mirim, destacando as descobertas durante o processo de coleta e análise de dados. Além disso, foram discutidos os resultados da análise estatística realizada para interpretação dos dados obtidos. Por conseguinte, foram apresentadas as atividades

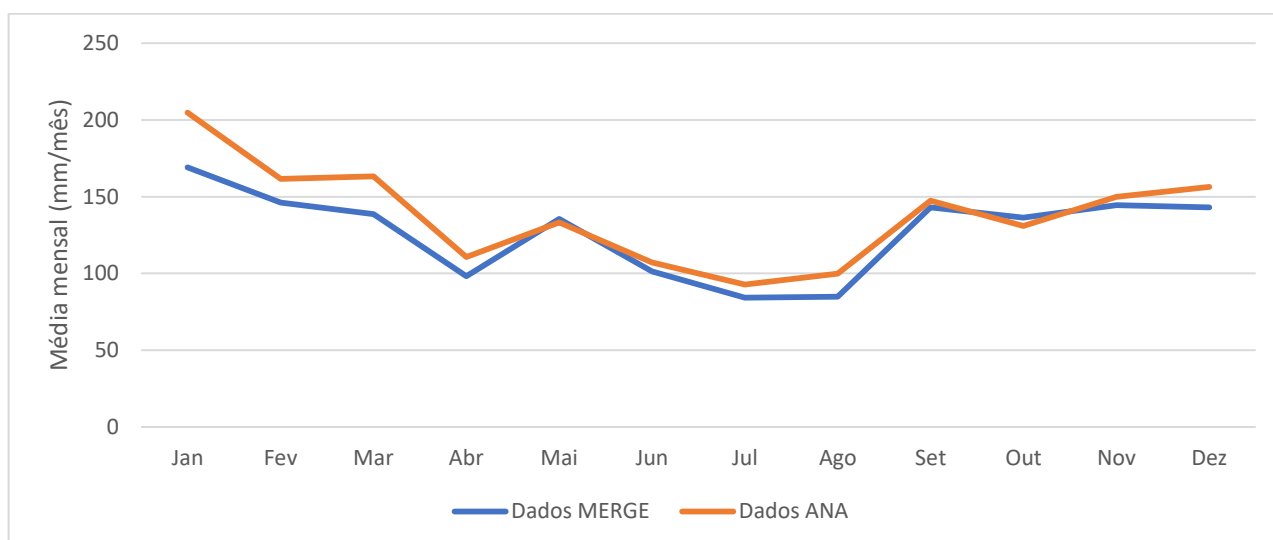
de educação ambiental realizadas com professores da rede pública, bem como das publicações na rede social. Por fim, foi apresentado o documento síntese que integra e consolida os principais resultados e conclusões da pesquisa.

4.1 PERÍODO DE AMOSTRAGEM

Para a definição do período de amostragem de acordo com o Plano A foi considerado a base de dados do CPTEC/INPE denominado MERGE, utilizando o programa IDLE para rodar os dados a fim de gerar os seus respectivos percentis. Para a verificação dos eventos de precipitação no presente estudo foi considerado o percentil 95, o qual apresenta os eventos de maior precipitação.

Foi realizado uma comparação dos dados de precipitação do MERGE calculando a média mensal de todos os anos (2001 a 2020) com a média mensal dos dados da estação meteorológica da região denominada Brusque (PCD) e código 2748000 disponibilizado pelo Hidroweb denominado “Séries Históricas de Estações” a fim de se verificar se as precipitações médias ao longo dos anos de ambos os dados são coerentes ou se há discrepâncias, conforme figura 14.

Figura 14. Média mensal de precipitação para os anos 2000 a 2021 dos dados MERGE e Dados Hidroweb ANA.



Fonte: Autora, 2023.

Ao analisar a média mensal de 2000 a 2020 dos percentis do MERGE com os dados da ANA foi possível observar que os períodos de maior precipitação estão no mês de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março e os períodos de menor precipitação estão nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto. Desta forma, o período de coleta de dados ficou definido para os períodos de maior precipitação: janeiro (1 coleta), fevereiro (2 coletas) e março (2 coletas). Já para o período de menor precipitação: maio (2 coletas), junho (2 coletas) e julho (1 coleta).

Foram definidas as datas de coleta conforme tabela 3, podendo ser realizado novo agendamento em caso de contratempos. Para os meses em que há duas coletas a serem realizadas, optou-se por considerar uma data de agendamento no início do mês e outra no fim do mês.

Tabela 03. Datas de coleta de dados para a Estratégia A.

MÊS	DATA	PERÍODO	ACUMULADO PRECIPITAÇÃO (7 DIAS)	COTA RIO (m)
JANEIRO	16	Alta	76,60 mm	0,91 - 1,68
FEVEREIRO	13	Alta	46,00 mm	0,89 - 1,68
	27	Alta	32,40 mm	0,94 - 1,44
MARÇO	11	Alta	133,66 mm	0,93 - 2,73
	30	Alta	35,80 mm	0,91 - 1,43
MAIO	15	Baixa	0,00 mm	0,82 - 0,90
	29	Baixa	26,40 mm	0,82 - 1,08
JUNHO	10	Baixa	0,00 mm	0,80 - 0,83
	24	Baixa	15,80 mm	0,78 - 0,95
JULHO	10	Baixa	19,60 mm	0,76 - 0,97

Fonte: Autora, 2023.

4.2 MONITORAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

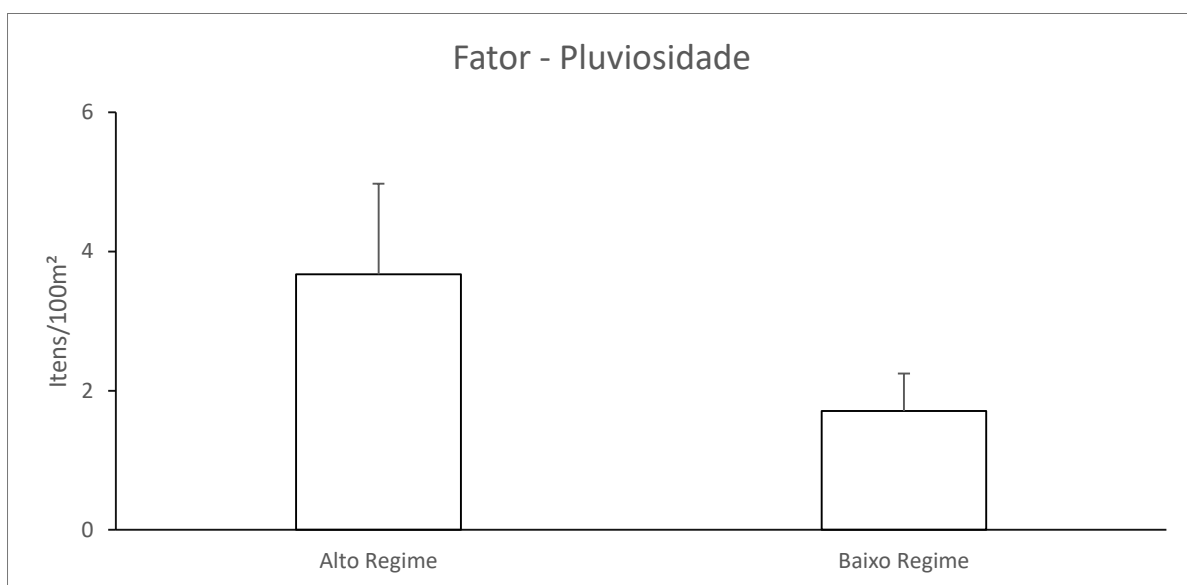
A seguir são apresentados os resultados referentes à coleta de dados obtidos de acordo com as opções para o monitoramento de resíduos sólidos nas margens do rio, este item atende o objetivo específico “a”. Alguns dos registros fotográficos realizados durante a coleta de dados encontram-se no Apêndice V. Durante a coleta de dados não foi necessário solicitar à prefeitura que fizesse o procedimento de

retirada e destino final dos resíduos, tendo em vista que não ultrapassou a quantidade necessária para tal.

4.2.1 ESTRATÉGIA A

O monitoramento de resíduos sólidos registrou um total de 235 itens. Foram encontrados mais resíduos no período de alta pluviosidade $\bar{x} = 3,67 \pm 1,30$ itens/100 m² (média $\pm$ Erro Padrão (E.P.)) do que no período de baixa pluviosidade ($\bar{x} = 1,71 \pm 0,54$ itens/100 m²). Contudo, tal diferença não foi estatisticamente significativa, conforme Figura 15 ($t = 1,39$; $p > 0,05$; 38 gl).

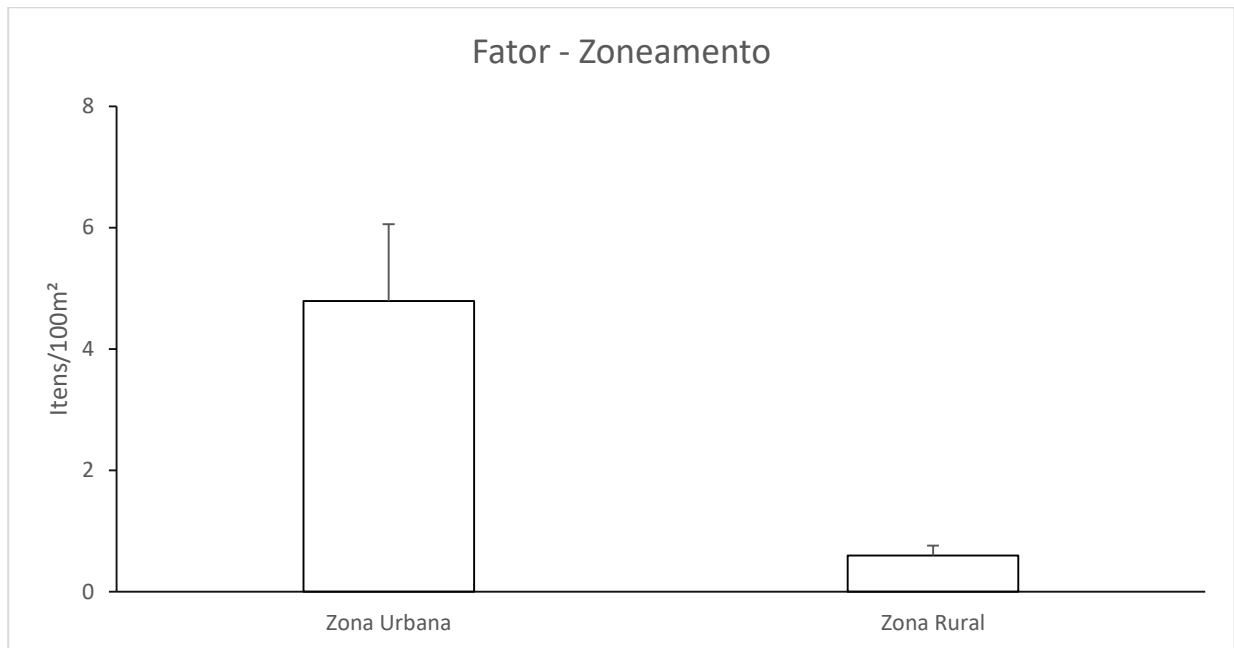
Figura 15. Média + E.P de resíduos totais/100 m² em regime alta e baixa de pluviosidade.



Fonte: Autora, 2023.

Por outro lado, foram encontrados mais resíduos na zona urbana ($\bar{x} = 4,79 \pm 1,27$ itens/100 m²) do que na zona rural ($\bar{x} = 0,59 \pm 0,17$ itens/100 m²) conforme figura 16. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($t = 3,28$; $p < 0,01$; 38 gl).

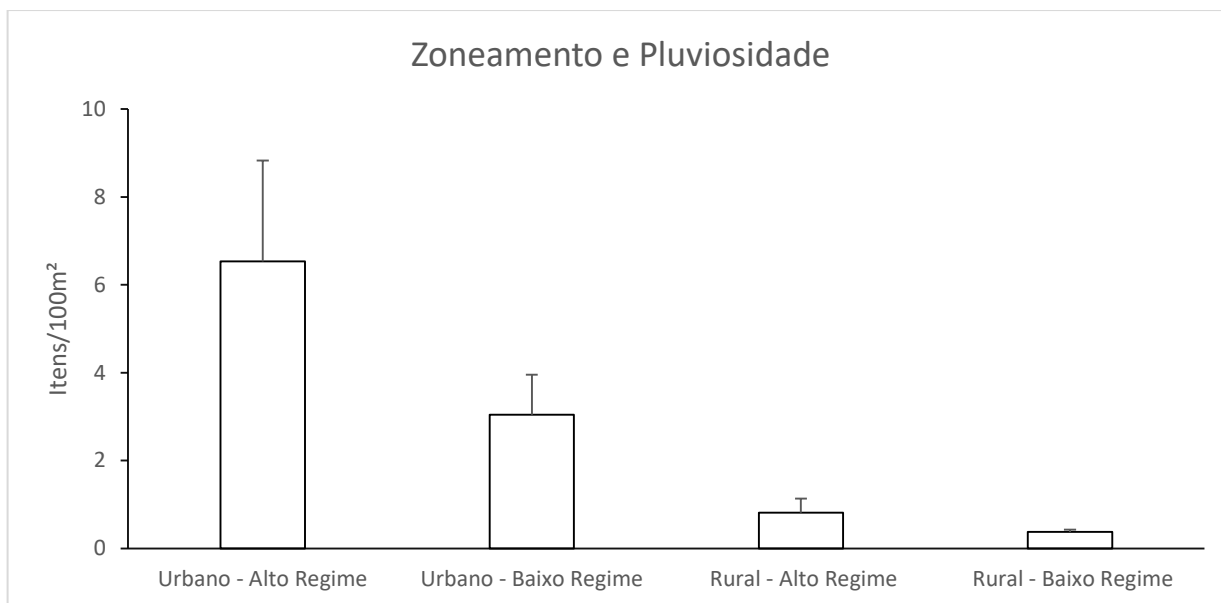
Figura 16. Média + E.P de resíduos totais/100 m² em áreas urbanas rurais.



Fonte: Autora, 2023.

Na zona urbana em alto regime pluviométrico foram encontradas as maiores quantidades de resíduos ($\bar{x} = 6,53 \pm 2,30$ itens/100 m²) conforme figura 17. Esse valor médio foi mais do que dobro do que o encontrado na mesma área urbana, porém em baixo regime de chuva ($\bar{x} = 3,04 \pm 0,91$ itens/100 m²). Na zona rural os valores foram baixos tanto no período chuvoso ($\bar{x} = 0,81 \pm 0,32$ itens/100 m²) como no período de estiagem ($\bar{x} = 0,37 \pm 0,05$ itens/100 m²). Essa diferença foi estatisticamente significativa entre o fator urbanização (ANOVA; $F = 11,35$; $p < 0,05$; 1 gl), todavia em relação ao fator pluviosidade a diferença não foi estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 2,49$; $p > 0,05$; 1 gl).

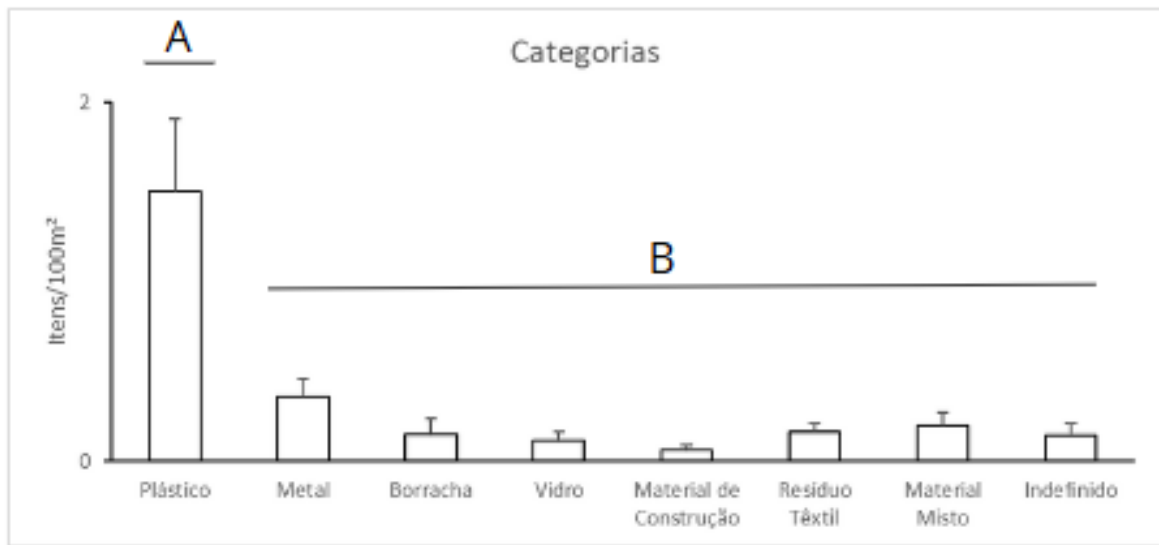
Figura 17. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando os fatores zoneamento e pluviosidade.



Fonte: Autora, 2023.

Observa-se na figura 18 que o plástico foi o material mais abundante nas coletas, com um valor médio ($\bar{x} = 1,51 \pm 0,40$ itens/100 m²) mais de quatro vezes superior à média do segundo material mais abundante, os itens metálicos ($\bar{x} = 0,36 \pm 0,11$ itens/100 m²). As demais categorias de materiais (itens mistos, resíduos têxteis, borrachas, materiais indefinidos, fragmentos de vidro e materiais de construção civil) apresentaram médias individuais inferiores a 0,2 itens/100 m². A diferença entre as categorias de resíduos é estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 9,49$; $p < 0,001$; 7 gl). Testes pareados de Tukey indicaram que o valor médio dos itens plásticos foi significativamente maior do que as médias das demais categorias, que não são estatisticamente diferentes entre si.

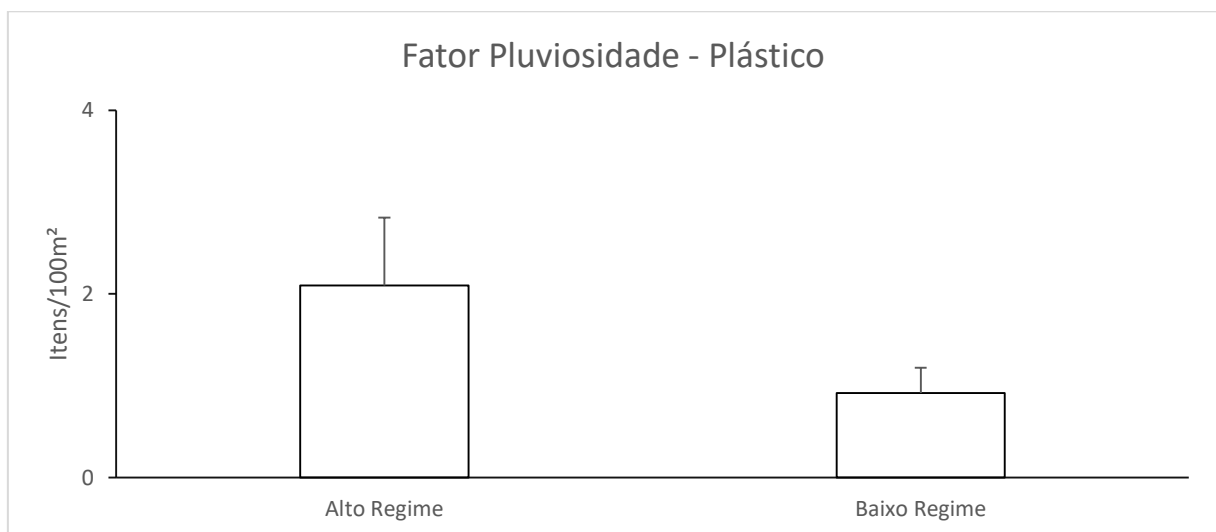
Figura 18. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando todas as categorias.



Fonte: Autora, 2023.

Especificamente em relação aos itens plásticos na figura 19, a média observada no regime de alta pluviosidade ($\bar{x} = 2,09 \pm 0,74$ itens/100 m²) foi aproximadamente o dobro da média observada no regime de pouca chuva ($\bar{x} = 0,92 \pm 0,27$ itens/100 m²). Contudo, tal diferença não foi estatisticamente significativa ($t=1,14$; $P>0,05$; 38 gl).

Figura 19. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m² considerando fator pluviosidade.

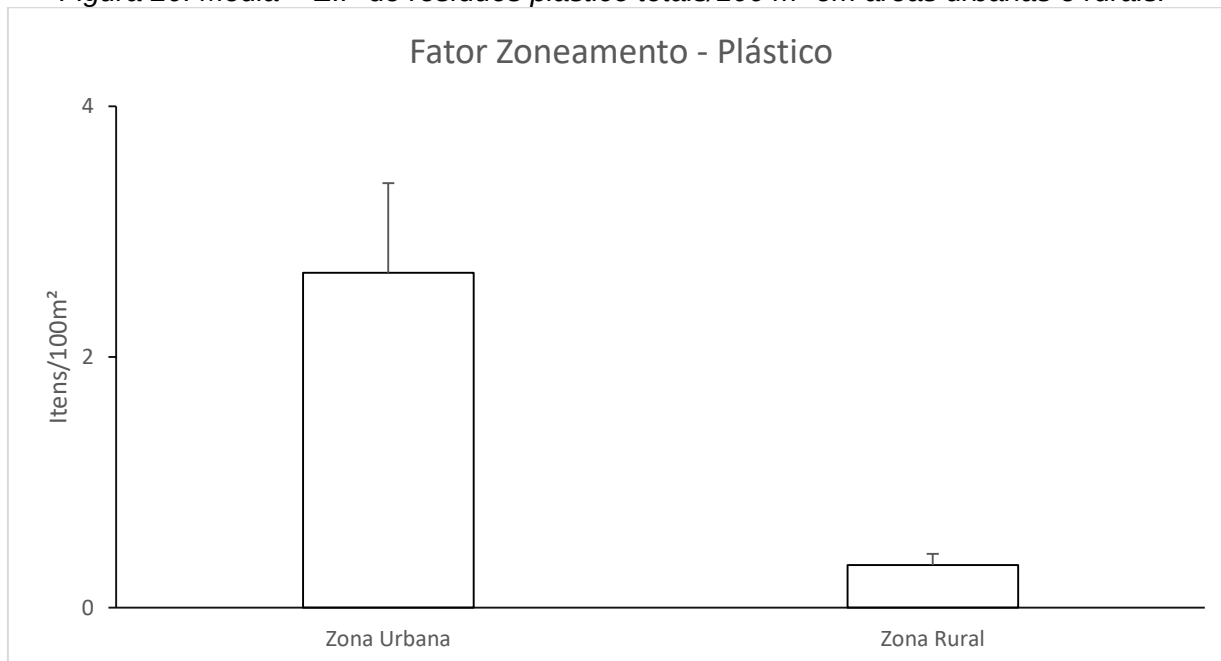


Fonte: Autora, 2023.

Conforme se observa na figura 20, os itens plásticos foram nove vezes mais abundantes nas áreas urbanas ($\bar{x} = 2,7 \pm 0,7$ itens/100 m²) do que nas áreas rurais

($\bar{x} = 0,3 \pm 0,1$ itens/100 m²). Essa diferença foi estatisticamente significativa ($t = 3,24$; $p < 0,01$; 38 gl).

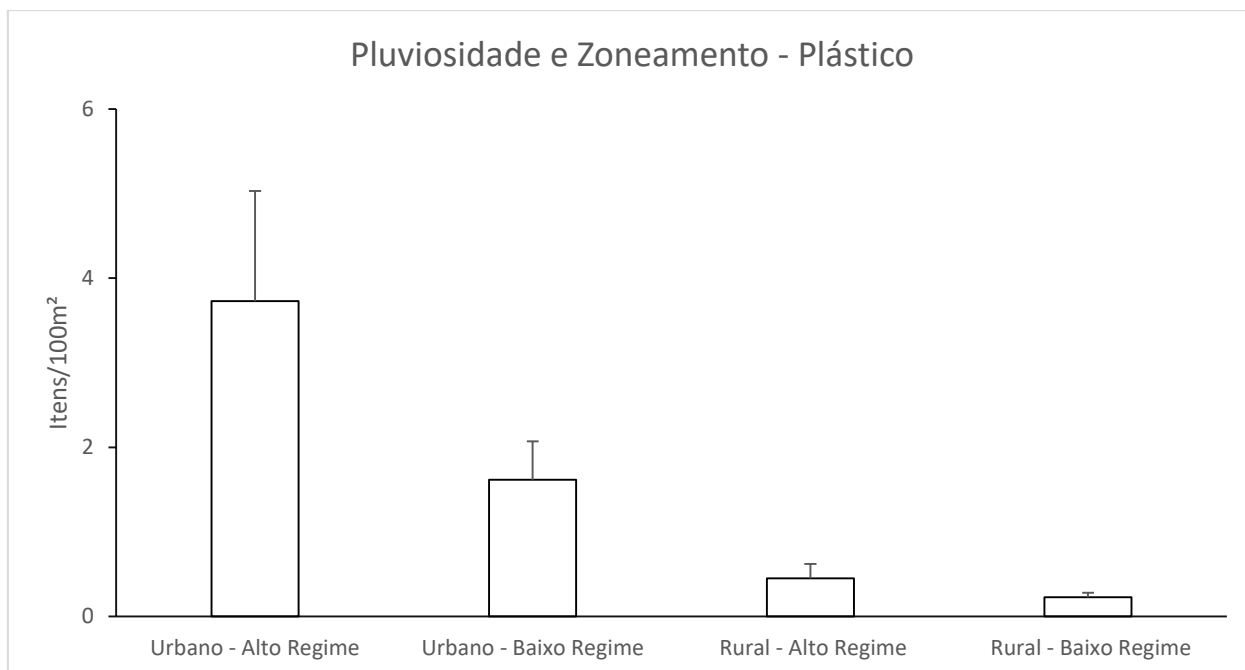
Figura 20. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m² em áreas urbanas e rurais.



Fonte: Autora, 2023.

Nos períodos de alta pluviosidade em área urbana, a abundância média dos itens plásticos foi de $\bar{x} = 3,73 \pm 1,3$ itens/100 m², baixando para menos da metade $\bar{x} = 1,6 \pm 0,5$ itens/100 m² em período de baixa pluviosidade. Nas áreas rurais, a quantidade média de resíduos plásticos foi de $\bar{x} = 0,45 \pm 0,2$ itens/100 m² no período de alta pluviosidade e de $\bar{x} = 0,2 \pm 0,05$ itens/100 m² no regime de baixa pluviosidade, conforme ilustra a figura 21. A diferença associada ao fator urbanização foi estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 11,26$; $p < 0,05$; 1 gl), todavia em relação ao fator pluviosidade a diferença não foi estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 2,83$; $p > 0,05$; 1 gl). Testes pareados de Tukey indicaram que os valores médios de itens plásticos coletados em áreas urbanas foram significativamente maiores do que os valores médios de itens plásticos coletados em áreas rurais. As diferenças entre as médias associadas aos regimes de alta e baixa pluviosidade não foram estatisticamente significativas.

Figura 21. Média + E.P de resíduos plástico totais/100 m² considerando fator pluviosidade e urbanização.



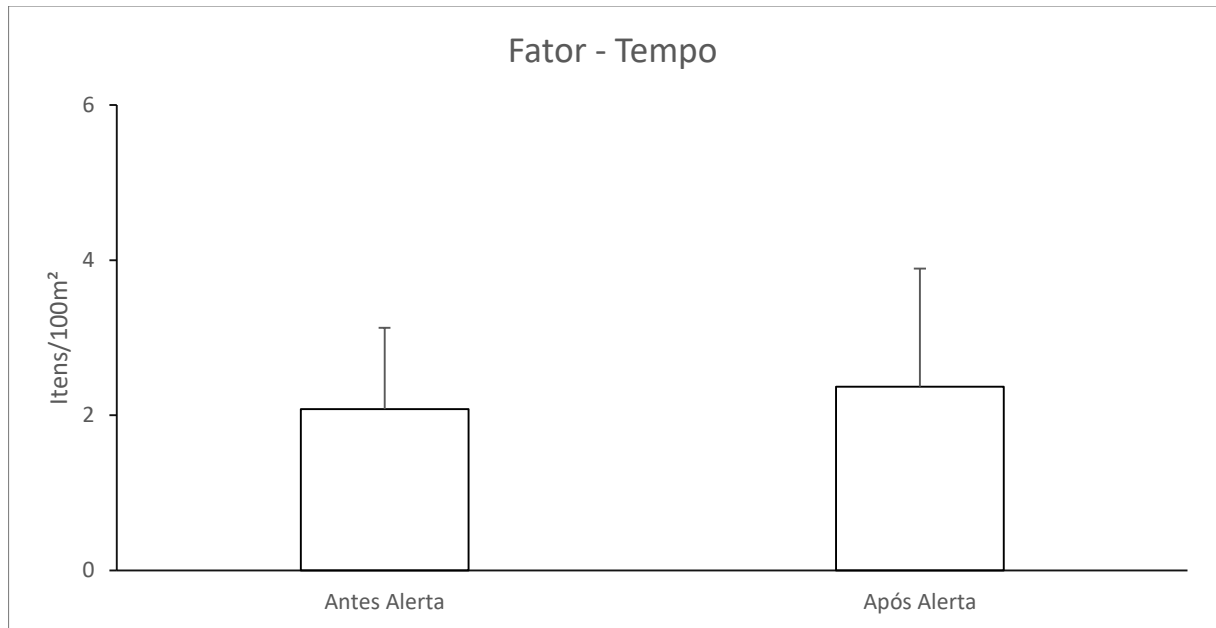
Fonte: Autora, 2023.

4.2.2 ESTRATÉGIA B

Devido ao número reduzido de alertas emitidos durante este estudo e também devido à dificuldade técnica de coleta após a emissão do alerta, foi possível realizar a coleta antes e depois de apenas um alerta (e não de 5 alertas, como havia sido previsto no item 3.3), sendo este um limitador do presente estudo.

Em relação ao monitoramento de resíduos considerando o fator pluviosidade (antes e após o alerta de precipitação do dia 05/10/2022) conforme figura 22 a média de resíduos encontrados antes foi de $\bar{x} = 2,08 \pm 1,05$ itens/100 m²) enquanto que após o evento de alerta a média foi de $\bar{x} = 2,37 \pm 1,53$ itens/100 m². Tal diferença não foi estatisticamente significativa ($t = -0,15$; $p < 0,05$; 6 gl).

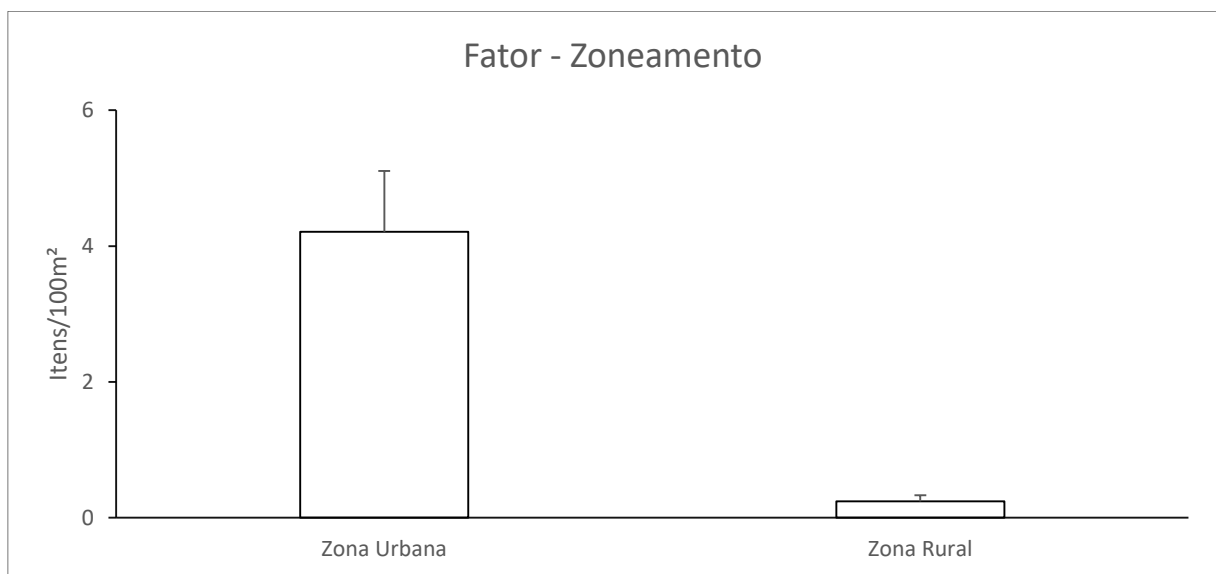
Figura 22. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando o fator tempo (antes e após evento de alerta do dia 05/10/2022).



Fonte: Autora, 2024.

Por outro lado, foram encontrados mais resíduos na zona urbana ($\bar{x} = 4,21 \pm 0,9$ itens/100 m²) do que na zona rural ($\bar{x} = 0,24 \pm 0,09$ itens/100 m²) conforme figura 23. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($t=4,39$; $p<0,05$; 6 gl).

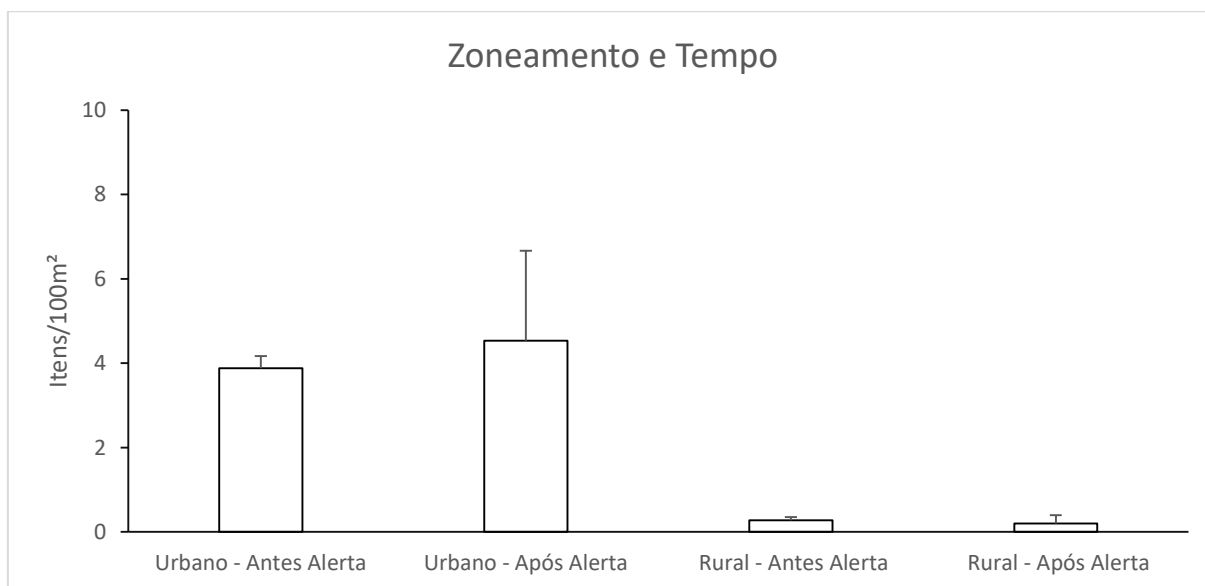
Figura 23. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando o fator zoneamento.



Fonte: Autora, 2024.

Foi na zona urbana após o alerta que se encontrou as maiores quantidades de resíduos ($\bar{x} = 4,54 \pm 2,14$ itens/100 m²) conforme figura 24, porém esse valor ficou próximo da quantidade média de resíduos encontrados em zona urbana antes do alerta ($\bar{x} = 3,89 \pm 0,29$ itens/100 m²). Na área rural antes do alerta ($\bar{x} = 0,28 \pm 0,07$ itens/100 m²) a quantidade média de resíduos não foi muito maior do que a quantidade de resíduos observada após o alerta ($\bar{x} = 0,20 \pm 0,20$ itens/100 m²). A Análise de Variância indicou que a diferença relacionada ao fator tempo não foi significativa (ANOVA; $F = 0,07$; $p > 0,05$; 1 gl). Por outro lado, a diferença entre áreas urbanas e rurais foi estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 13,48$; $p < 0,05$; 1 gl).

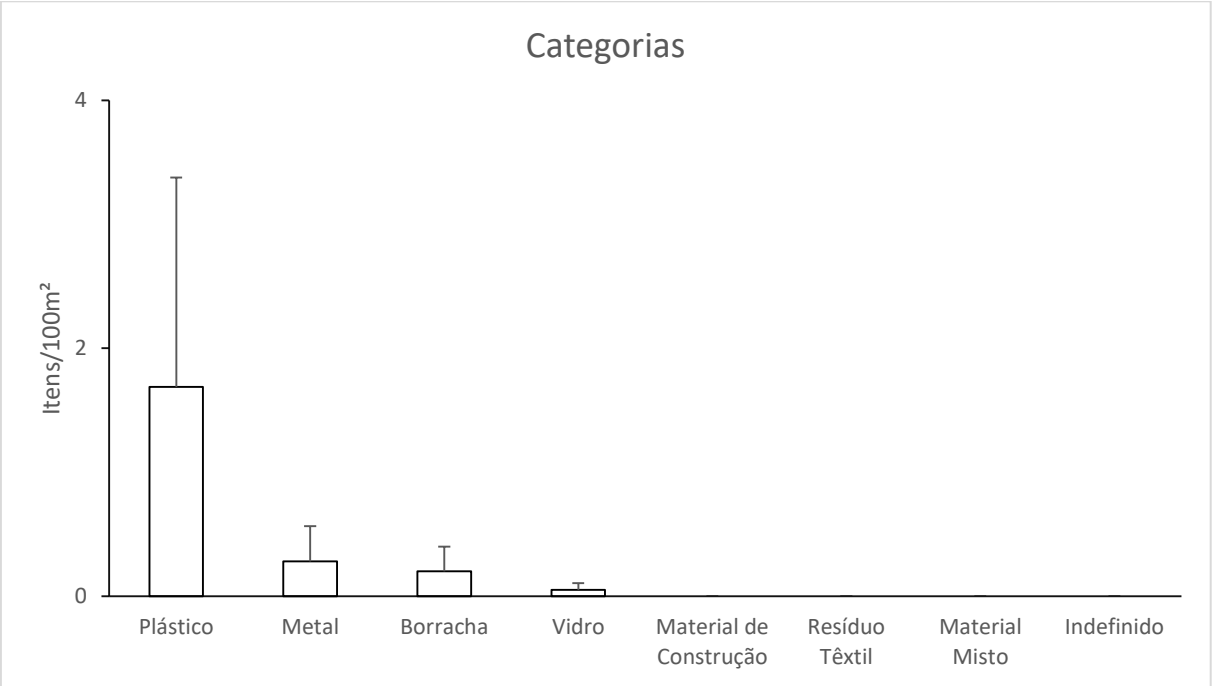
Figura 24. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando os fatores zoneamento e pluviosidade.



Fonte: Autora, 2024.

Observa-se na figura 25 que o plástico foi o material mais abundante nas coletas, com um valor médio ($\bar{x} = 1,69 \pm 0,69$ itens/100 m²) mais de cinco vezes superior à média do segundo material mais abundante, os itens metálicos ($\bar{x} = 0,28 \pm 0,14$ itens/100 m²). As demais categorias de materiais (itens mistos, resíduos têxteis, borrachas, materiais indefinidos, fragmentos de vidro e materiais de construção civil) apresentaram médias individuais inferiores a 0,2 itens/100 m². A diferença entre as categorias de resíduos foi estatisticamente significativa (ANOVA; $F = 5,18$; $p < 0,001$; 7 gl).

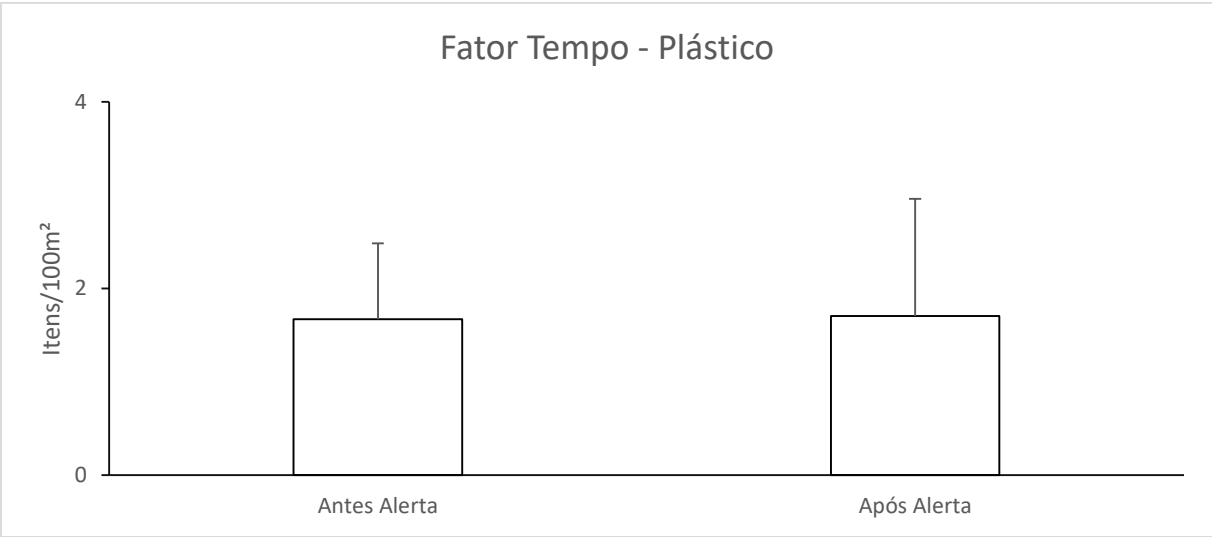
Figura 25. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando todas as categorias.



Fonte: Autora, 2024.

Conforme a figura 26, a diferença entre a média de resíduos plásticos encontrados antes ($\bar{x} = 1,67 \pm 0,81$ itens/100 m²) e após o alerta ($\bar{x} = 1,71 \pm 1,26$ itens/100 m²) não foi estatisticamente significativa ($t = -0,023$; $p < 0,05$; 6 gl).

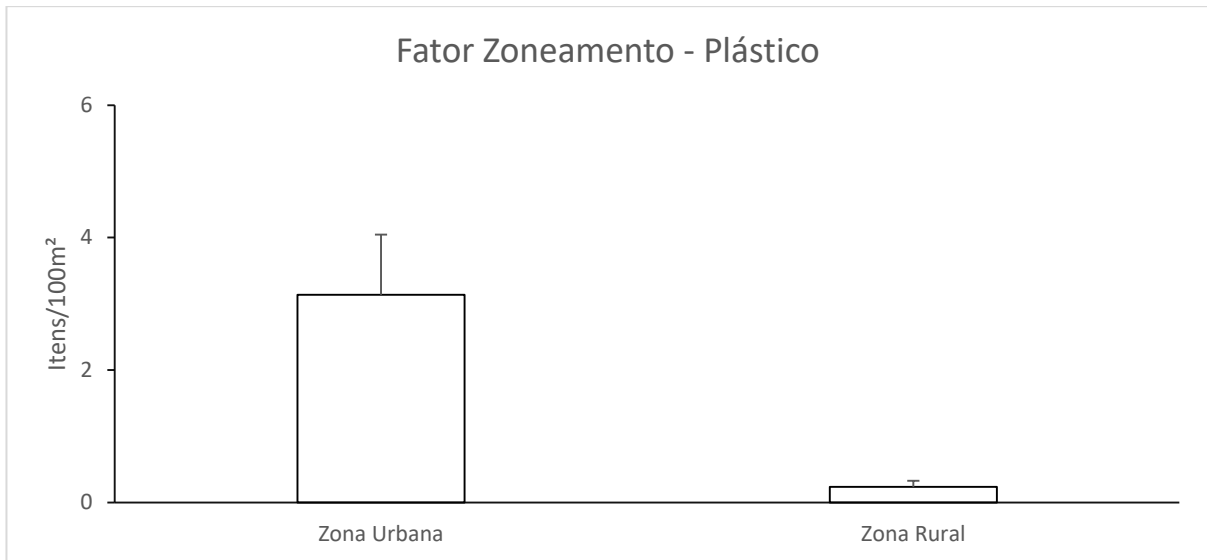
Figura 26. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando fator tempo.



Fonte: Autora, 2024.

Observou-se uma diferença significativa entre a média de itens plásticos encontrados na zona urbana ($\bar{x} = 3,14 \pm 0,91$ itens/100 m²) e na zona rural ($\bar{x} = 0,24 \pm 0,09$ itens/100 m²) conforme figura 27 ($t = 3,17$; $p < 0,05$; 6 gl).

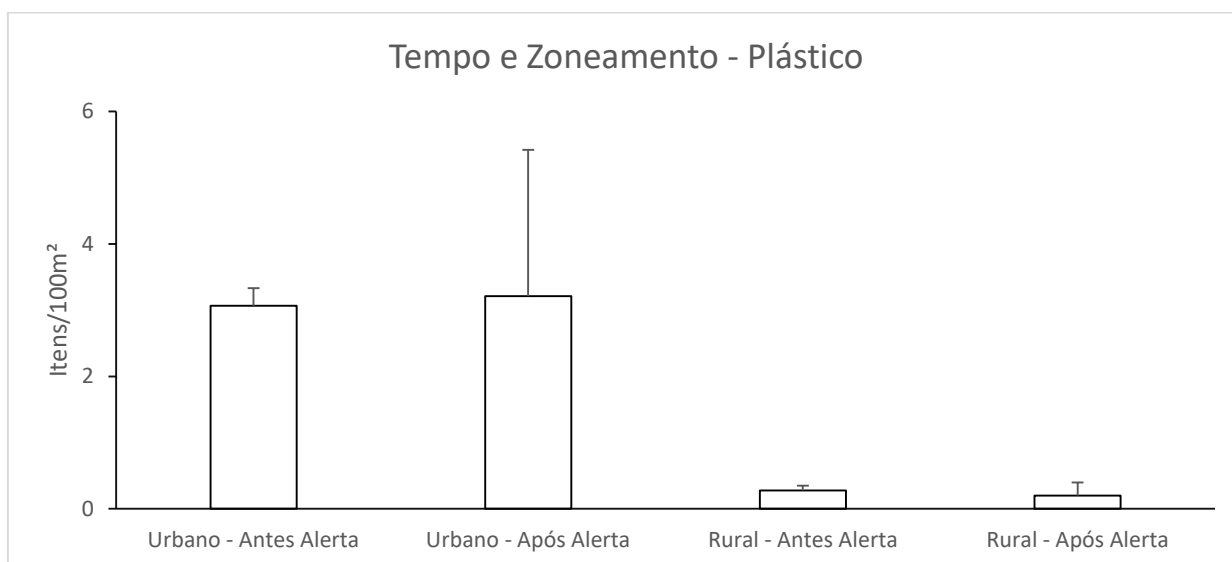
Figura 27. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando fator zoneamento.



Fonte: Autora, 2024.

Antes do evento de precipitação em área urbana, a abundância média dos itens plásticos foi de $\bar{x} = 3,07 \pm 0,27$ itens/100 m² e após o evento de precipitação a média dos itens plásticos foi de $\bar{x} = 3,21 \pm 2,21$ itens/100 m². Nas áreas rurais, a quantidade média de resíduos plásticos foi de $\bar{x} = 0,28 \pm 0,07$ itens/100 m² antes de evento de precipitação e após o evento apresentou média de $\bar{x} = 0,20 \pm 0,20$ itens/100cm². Importante ressaltar na figura 28 que a variabilidade da presença de resíduos em áreas urbanas aumentou após as chuvas (maior E.P), ou seja, os resíduos ficaram mais espalhados, mesmo observando que as médias antes e após o evento foram similares.

Figura 28. Média + E.P de resíduos totais/100 m² considerando o fator tempo e zoneamento para plástico.



Fonte: Autora, 2024.

5. PRODUTOS DESENVOLVIDOS

A seguir encontra-se os produtos desenvolvidos durante o presente estudo que são considerados produtos técnicos e tecnológicos com base no Relatório de Grupo de Trabalho definido pela Portaria CAPES 171/2018 – Instituição do GT Produção Técnica e elaborado por Pinto et al (2019).

5.1. REDE SOCIAL

Foi criado um perfil na rede social “Instagram” denominado “Por um futuro sem lixo”, com o objetivo de divulgar periodicamente mensagens educativas relacionadas ao problema da poluição dos rios por resíduos sólidos, conforme Figura 29.

Figura 29. Página inicial da rede social criada para divulgação de material educativo sobre poluição dos rios por resíduos sólidos.



Fonte: Autora, 2024.

Este espaço virtual abordou tópicos essenciais, desde a problemática dos resíduos sólidos até a identificação dos principais resíduos encontrados no presente estudo. Além de destacar a urgência e a complexidade da questão dos resíduos sólidos, o perfil também forneceu informações de outros autores sobre a temática resíduos sólidos, sendo descrito de forma simples para qualquer leitor compreender a mensagem que se pretende repassar, conforme Figura 30 e 31.

Figura 30. Exemplos de publicações feitas na rede social.



Fonte: Autora, 2024.

Figura 31. Exemplos de publicações feitas na rede social.



Fonte: Autora, 2024.

Até o momento a página conta com 50 seguidores e o número segue aumentando gradualmente. Como estratégia para buscar novos seguidores, além de divulgar a página em perfil pessoal, também foi identificado perfis sobre o tema a fim de segui-los, bem como seguir as pessoas que seguem esses perfis. Após a

conclusão do presente estudo, o perfil continuará ativo pela autora e poderá ser disponibilizado ao município para auxiliar na divulgação sobre o tema resíduos sólidos.

Este produto técnico tecnológico pode ser enquadrado como “Produto de Editoração”, do tipo “mídia digital (internet, celular)”, conforme portaria nº 171/2018 da CAPES.

5.2. PALESTRA

Foi definido como proposta de trabalho a realização de palestra com os professores da rede municipal de ensino, a fim de conscientizá-los e inspirá-los para que os mesmos sejam os multiplicadores do tema resíduos sólidos aos alunos. Desta forma, foi realizada reunião com a Secretaria de Educação sobre data, local, tipo de apresentação, bem como explanação do Plano de Aula (Apêndice I) a ser utilizado como base.

Sendo assim, tendo em vista que os professores têm aulas em horários diversos foram definidos dois momentos de palestra: *online* e presencial, em ambos momentos foram definidos horários pré-agendados. Para garantir que o máximo de professores tenham acesso a este conteúdo, independentemente se puderam ou não participar do momento *online* ou presencial, a apresentação da palestra conforme Figura 32 foi disponibilizada em um link enviado por e-mail a Secretaria de Educação, que foi encaminhado a todos os professores da rede municipal de ensino.

Figura 32. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.



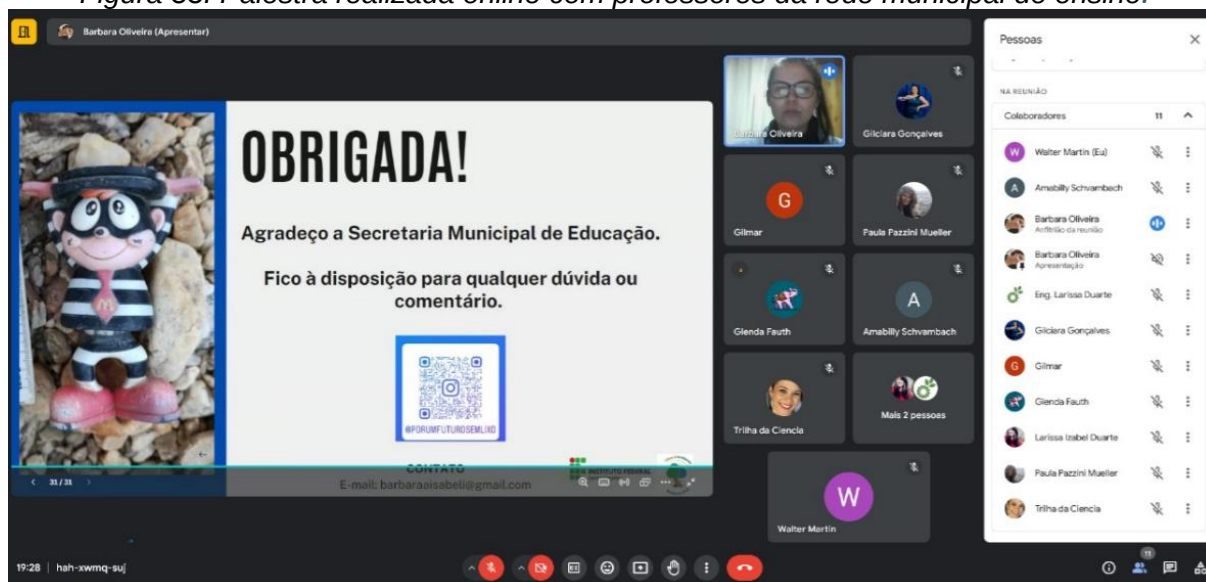
Fonte: Autora, 2024.

A palestra *online* teve a duração de aproximadamente 35 minutos de explanação e contou com a participação de 11 pessoas presentes conforme Figura 33. Dentre os assuntos abordados, foram tratados os seguintes temas:

- Os principais conceitos sobre o tema resíduos sólidos;
- O que são resíduos, classificação e tamanhos, diferentes possibilidades de destinação final dos resíduos, conceito dos 5Rs, cenário atual da destinação de RS no Brasil, fontes e vias de descarte irregular de RS;
- Impacto devido à disposição incorreta dos resíduos sólidos, abordando estudos que discutem o impacto dos resíduos sólidos ao ser humano e meio ambiente;
- Locais onde devem ser destinados cada tipo de resíduo gerado por uma residência: com o objetivo de orientar sobre o descarte correto para a cidade de Brusque;
- Principais resultados da pesquisa, onde foi apresentado este estudo para as pessoas que residem no município de Brusque, em específico aos professores;

- Referências, destacando possibilidades de atividades e referências para que os professores possam utilizar em sala de aula;

Figura 33. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.



Fonte: Autora, 2024.

A palestra presencial teve a duração de aproximadamente 3 horas e contou com 18 inscritos. Os temas abordados foram os mesmos da palestra *online*, todavia foi possível explorar com mais detalhes o tópico “referências” mostrando na prática atividades e referências sobre o tema resíduos sólidos para que os professores possam utilizar em sala de aula. No fim da palestra foi entregue um jogo de tabuleiro criado pela autora e feito com resíduos conforme figura 34.

Figura 34. Palestra realizada online com professores da rede municipal de ensino.



Além disso, através de uma conversa informal com os participantes da palestra presencial foi possível observar que os participantes já tinham entendimento em relação a temática, porém mesmo assim a palestra aprofundou alguns temas, contribuindo para que a plateia adquirisse mais conhecimento. Dentre eles sobre a definição de resíduos sólidos, diferença de resíduos perigosos e não perigosos, a alteração da paisagem como um impacto negativo pela disposição incorreta de RS, onde descartar resíduos de obra de residência, móveis usados, eletrônicos e esponjas, zoneamento como interferência na disposição incorreta de RS e por fim o fator pluviosidade ter relação com a presença de RS em rios.

Este produto técnico tecnológico pode ser enquadrado como “Curso para Formação Profissional”, conforme relatório do grupo de trabalho da CAPES (Pinto et al, 2019).

5.3. DOCUMENTO SÍNTESE

Como resultado desta pesquisa, uma síntese dos principais tópicos foi elaborada e encaminhada à Prefeitura Municipal, bem como Câmara de Vereadores do município conforme Apêndice IV, visando apresentar algumas sugestões para a

formulação de políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos sólidos. A elaboração dessa síntese foi definida como um dos objetivos específicos deste estudo, reconhecendo a importância de direcionar os resultados da pesquisa para ações concretas que possam impactar positivamente a comunidade local. O documento síntese foi intitulado “Sumário Executivo”.

Durante o processo de definição deste objetivo, foi realizada uma consulta à Prefeitura Municipal para verificar o interesse no recebimento do documento síntese. Conforme detalhado no Apêndice II deste trabalho, obteve-se um retorno positivo por parte da administração municipal, demonstrando o reconhecimento da relevância das informações geradas pela pesquisa e o interesse em utilizá-las na elaboração de políticas públicas mais eficazes e sustentáveis na área de resíduos sólidos.

A síntese encontra-se disponível no Apêndice III, sendo elaborada não apenas apresentando os principais resultados e conclusões da pesquisa, mas também incluído sugestões de melhorias em termos de coleta e destinação dos resíduos sólidos, destinadas à avaliação dos órgãos responsáveis. Estas sugestões foram elaboradas com base nas lacunas identificadas durante a pesquisa, bem como nas melhores práticas observadas em outras localidades e nas recomendações de especialistas na área.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aqui pretende-se realizar uma comparação entre os resultados do presente estudo e outros estudos publicados que abordam o mesmo tema. Esta análise comparativa permitirá contextualizar os resultados obtidos, identificar convergências e divergências, e avaliar as contribuições do presente trabalho para o conhecimento existente sobre a temática de resíduos sólidos em rios.

Já no item considerações finais, será descrito um resumo dos principais resultados e conclusões do presente estudo. Essa parte é de suma importância para destacar os elementos mais relevantes e as implicações práticas de pesquisa. Ao sintetizar os resultados de forma clara e concisa, é possível esclarecer a importância do estudo e fornecer orientações para possíveis ações futuras.

6.1. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi observado maior presença de resíduos na área urbana do que na área rural, tanto no Plano A como no Plano B. Tais resultados são comparáveis com a pesquisa realizada por Peters e Bratton (2016) na Bacia do Rio Brazos (Texas), o qual constatou que a ingestão de microplásticos ocorreu em níveis mais significativos em peixes localizados na área urbana do que áreas a montante do local estudado.

Rajan et al (2023) também analisou a presença de microplásticos nas águas superficiais do rio Ganga e constatou que os locais densamente mais povoados tinham maior concentração do que em locais pouco povoados durante as amostragens. No estudo de Pinto et al (2024), foi possível fazer uma comparação em relação aos macroplásticos, que quantificaram o transporte e densidade destes resíduos em Gana e observaram maior presença de resíduos na área urbana, inclusive sendo 14 vezes maior do que na área rural.

Já no Brasil, no estudo de Falcão et al (2021) realizado ao longo do rio Preto da Eva no Amazonas, a área urbana apresentou maior quantidade de resíduos quando comparado com a área rural, com diferença significativa entre a área rural. Dentre os tipos de resíduos mais encontrados, o plástico foi considerado o primeiro no ranqueamento em todos os pontos de coleta, seguido do papel, alumínio e orgânico.

No presente estudo, foi encontrado maior quantidade de resíduos em períodos de alta pluviosidade em comparação com períodos de baixa pluviosidade, todavia essa diferença não é significativa.

Essa observação está em linha com estudos anteriores que demonstraram a influência da chuva no transporte e na distribuição de resíduos. Por exemplo, Tramoy et al (2022) observaram um aumento na carga de resíduos transportados pela chuva em áreas urbanas durante períodos de alta pluviosidade (total de resíduo período seco: 1.782 e total de resíduo período chuvoso: 4.461). Porém o autor define como unidade de medida a quantidade de resíduos por ano, não sendo possível fazer uma comparação exata em relação a quantidade com o presente estudo.

Ordóñez et al (2023) teve como objetivo avaliar a variação sazonal de resíduos em água e sedimento dos estuários dos rios Saija e Timbiqui (Pacífico Colombiano). Foi possível verificar maior quantidade de resíduos plásticos durante as estações de chuva intensa com resultados de 764 a 832 itens/m². O método de quantificação dos resultados do estudo de Ordóñez et al (2023) foi similar ao presente estudo, todavia a quantidade de resíduos encontrado no estudo do autor foi bastante maior em relação ao presente estudo.

O deslocamento de resíduos ao longo do rio depende não apenas do fator pluviosidade, mas também a forma do rio, velocidade e vazão da água bem como as propriedades físicas dos objetos em questão, como densidade, fluotabilidade e tamanho (NEWBOULD et al, 2021). Sendo este transporte, bem como a sua presença pouco estudado em rios ao compararmos com resíduos encontrados em ambientes marinhos (EMMERICK e SCHWARZ, 2019; LIRO et al, 2020). É imprescindível que mais estudos sejam realizados em relação a esta temática, bem como que seja possível uma maior padronização dos resultados encontrados a fim de ser possível uma melhor comparação entre diferentes regiões geográficas.

Em suma, o aumento de resíduos em especial no que se refere aos resíduos plásticos tendo em vista a característica deste material são mais propensos a serem encontrados em períodos de maior pluviosidade e principalmente nas áreas urbanas. Isso ocorre devido aos resíduos que estão em local terrestre serem carregados pelos sistemas de drenagem até a água, bem como os resíduos que estiverem presos nas margens de rios serem deslocados tendo em vista o aumento do nível e velocidade do fluxo de água (EMMERICK et al, 2019).

Em relação ao fator pluviosidade para o Plano B foi verificado que não houve diferença significativa entre a coleta de dados antes e após um alerta. Allison et al. (1998b) apud Neves (2006), em Melbourne na Austrália, realizou uma pesquisa que teve como objetivo avaliar a presença de resíduos durante o evento de chuva. Esta pesquisa é semelhante com a do presente estudo, pois considera uma análise da presença de resíduos no momento que o evento de precipitação está ocorrendo, difere-se apenas pois não foi realizado uma coleta prévia. Nesta pesquisa o autor constatou que as concentrações de resíduos são mais altas durante os primeiros estágios do escoamento superficial (estudo foi em drenagem) e a carga aumenta com as vazões.

O plástico foi identificado como o material significativamente mais abundante, tanto nas coletas do Plano A como nas coletas do Plano B. Tais resultados são coerentes com diversos estudos sobre a predominância da poluição por plásticos em rios. Estudos como o de Castro et al. (2019) observaram que os itens de plástico representam uma grande proporção do lixo flutuante em rios representando cerca de 77% do macro lixo flutuante nas águas superficiais do Rio Ródano, sendo os mais comuns fragmentos de plástico, sacos, garrafas e tampas/embalagens.

Ryan e Perold (2021) destacaram a predominância de tampas de plástico, compreendendo a maioria dos itens de lixo registrados em suas amostras, compreendendo 85% dos itens de lixo (tampas de garrafas de bebidas 43%, tampas esportivas 11% e outras tampas 31%, seguidas por garrafas 8%).

Morrit et al. (2014), em seu estudo no rio Tâmis também encontraram uma grande quantidade de itens de plástico em suas coletas, demonstrando a prevalência desse material como forma de poluição.

Lebreton et al. (2017) e Schmidt et al. (2017) estimaram que uma quantidade significativa de resíduos plásticos entra nos oceanos através dos rios, do qual o primeiro autor estima que cerca de 1,15 a 2,41 milhões de toneladas de resíduos plásticos entram nos oceanos vindos especialmente dos rios mais poluídos do mundo, como por exemplo da Ásia. Já o segundo autor estima um fluxo de resíduos plásticos que vão aos oceanos variando de 0,41 a 4 milhões de tonelada por ano.

Por conseguinte, em relação aos trabalhos de educação ambiental estes se tornam de suma importância para melhorar a consciência ambiental das pessoas, como por exemplo no estudo de Silva et al (2019) onde o mesmo elaborou palestras e workshop em escolas e ao aplicar um questionário antes e após as práticas

realizadas pode constatar que houve mudanças benéficas no local de estudo em relação ao gerenciamento dos resíduos, bem como a plateia pode absorver os conhecimentos sobre seu papel na gestão e os impactos socioambientais atrelados a temática. Dentre os principais resultados encontrados pelo o autor foi o aumento do percentual de pais que entenderam sua função nos cuidados com os resíduos, além de zerar o percentual de pessoas que responderam ao questionário após as palestras afirmando que realizavam a prática de queimar resíduos em casa.

Já outra pesquisa foi realizada por Santos (2019) em duas escolas públicas, ambas localizadas no município de São Joaquim do Monte–PE após aplicação de questionário semiestruturados com questões fechadas a alunos e professores. Nos resultados específicos para professores foi possível observar que há uma carência em relação a capacitações sobre educação ambiental, sendo sugerido que a Secretaria de Educação pudesse oferecer cursos sobre essa temática a fim de que os professores pudessem trabalhar de forma mais efetiva no ambiente escolar.

A formação de indivíduos conscientes e engajados na preservação do meio ambiente é vista como fundamental, pois os capacita a fazer escolhas responsáveis em relação ao mundo ao seu redor, demonstrando um compromisso com a sustentabilidade planetária (FONSECA, 2009 apud CARVALHO et al (2012)). Ou seja, disponibilizar aos professores da rede pública de ensino de Brusque um momento de aprendizado sobre o tema, com divulgação pela Secretaria de Educação e compartilhamento da apresentação para que seja acessível também aos professores ausentes na palestra, é uma maneira de incentivá-los e capacitá-los. Dessa forma, eles poderão atuar como multiplicadores desse conhecimento junto aos alunos.

Por fim, a utilização de rede social como prática de educação ambiental também pode ser efetiva, conforme descrito por Ribeiros (2019), em sua análise sobre o uso do Instagram para avaliar a Campanha #mareslimpos da ONU Meio Ambiente. A plataforma desempenha um papel crucial na divulgação e sensibilização do projeto. Isso ocorre porque as postagens com imagens tornam mais acessível a compreensão do problema de interesse público (poluição) e os objetivos de mudança almejados (projetos de conscientização).

Parra et al (2019) utilizou as redes sociais Instagram, Facebook e e-mail para divulgar informações de conscientização sobre coleta seletiva. Para avaliar a efetividade deste meio de comunicação, ele considerou os números de alcance e

interações (curtidas, comentários, compartilhamentos) que os leitores fazem nas publicações.

De acordo com o acima exposto se justifica a utilização das redes sociais como forma de conscientização sobre o tema, com pessoas que podem ou não estar no meio acadêmico. A utilização das redes sociais pode ser efetiva para transmitir o impacto desta temática no meio ambiente, considerando que no presente estudo desde a criação da rede social foi possível atingir 50 contas e esse número segue aumentando.

6.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere ao Plano A, observou-se uma maior quantidade de resíduos nas áreas urbanas do que nas áreas rurais, destacando-se o plástico como a categoria principal de resíduos encontrados. Importante ressaltar o fato de que mesmo que as demais categorias apresentaram uma média similar e menor quantidade ao comparar com o plástico, ainda possivelmente as demais categorias podem ser formadas por polímeros sintéticos. Desta forma, se esse estudo estivesse se referindo a polímeros o plástico não acabaria na primeira categoria mais encontrada, ou seja, a categoria plástica seria mais destacada ainda, resultando em mais plástico.

Também se observou mais resíduos no período de alta pluviosidade, sem significância estatística. Já em relação ao Plano B, não se verificou uma diferença significativa na média de resíduos coletados antes e após o alerta. Mais uma vez, notou-se uma predominância de resíduos na zona urbana em relação à rural, com o plástico emergindo como o material mais abundante nas coletas.

O resultado acima dá suporte a hipótese proposta de que a urbanização desempenha papel importante na abundância de resíduos sólidos. Além disso, a categorização dos resíduos e definição da coleta de dados considerando o zoneamento da cidade permitiu entender melhor a importância da origem urbana e o papel do plástico como material predominante, seja pelo seu alto consumo pelo ser humano, seja pela sua baixa densidade que permite a flutuação e melhor transporte ao longo do rio, em comparação com materiais mais pesados.

De acordo com dados do SNIS (2022) 5,4% da população não é atendida pelos serviços de coleta de resíduos sólidos, isso se dá com a população rural, tendo em vista que 100% da população urbana é atendida por este serviço. Ou seja, por mais

que a população urbana seja atendida na sua totalidade pela coleta de RS, bem como coleta seletiva, ainda de acordo com o presente estudo foi na área urbana que houve maior quantidade de resíduos sendo dispostos incorretamente na margem do rio. Todavia, não se pode afirmar que a área rural não há presença de disposição incorreta de resíduos, pois existem outras fontes como disposição em terrenos baldios, queima, entre outros, sendo necessário neste caso estudos mais aprofundados sobre o tema.

Considerando a dificuldade de coleta evidenciada no Plano B, torna-se importante a necessidade de um estudo mais aprofundado que aborde essa metodologia. Os resultados desta pesquisa corroboram com estudos anteriores, evidenciando semelhanças quanto às categorias de resíduos encontradas e ao fator de urbanização, reforçando a relevância dessas descobertas no contexto mais amplo da gestão de resíduos.

Por fim, ressalta-se a importância das políticas públicas para reverter a problemática da disposição inadequada de resíduos sólidos, em especial na área urbana do município de Brusque, como por exemplo através de medidas estruturais como implantação de eco barreiras. Essa medida é justificada principalmente considerando que o descarte inadequado de resíduos sólidos é um problema que afeta não apenas as comunidades locais, mas também tem impactos transfronteiriços, atingindo áreas distantes de onde esses resíduos foram originados. Igualmente importante é a intensificação de atividades de educação ambiental dentro do âmbito escolar, a fim de sensibilizar os alunos e a comunidade em geral quanto aos desafios da gestão de resíduos sólidos associados à rios urbanos em tempos de mudanças climáticas.

7. REFERÊNCIAS

ARAUJO, Maria Normelia Ferreira. Os efeitos do capitalismo: produção e reciclagem de lixo eletrônico e as estratégias de combate ao consumo exagerado e à poluição. 2016. 57 f. Tese (Doutorado) - Curso de Departamento de Geografia – Gea, Universidade Aberta do Brasil, Brasília, 2016. Disponível em https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14996/1/2016_MariaNormeliaFerreiraAraujo_tcc.pdf. Acesso em: 15 ago. 2022

Armitage, Neil & Rooseboom, Albert. (2000). The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: Paper 1 -The quantities involved and catchment litter management options. Water S.A. 26.

AGUIAR, D. R. C., Tagliaferro, E.R., & Vazquez, G. H. (2024). Descarte (in)adequado de resíduos sólidos nas vicinais de Fernandópolis/SP: um enfoque socioambiental. *Peer Review*, 6(12), 161–175. Recuperado de <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/2287>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Plano de Combate ao Lixo no Mar. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. – Brasília, DF: MMA, 2019.

BRASIL. (Lei Nº 9.795) Dispõe Sobre A Educação Ambiental, Institui A Política Nacional de Educação Ambiental e Dá Outras Providências. Brasília, 27 abr. 1999. n. 9.795. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 01 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 2007. Estabelece As Diretrizes Nacionais Para O Saneamento Básico; Cria O Comitê Interministerial de Saneamento Básico; Altera As Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de Junho de 1993, e 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995; e Revoga A Lei Nº 6.528, de 11 de Maio de 1978. Brasília, 5 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-

2010/2007/lei/l11445.htm#:~:text=Estabelece%20diretrizes%20nacionais%20para%20o,1978%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias. Acesso em: 30 ago. 2022.

BRASIL. (2010). Lei Federal nº LEI Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências. Brasil.

BRUSQUE, Prefeitura de. Prefeitura de Brusque. 2022. Disponível em: <https://portal.brusque.sc.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

CARVALH, Daniel Fonseca de. CAPÍTULO 3. BACIA HIDROGRÁFICA. In: CARVALHO, Daniel Fonseca de. Hidrologia. Rio de Janeiro: Ufrj, 2006. p. 15-32. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

CARVALHO, Rebeca Reis. A COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO INSTITUTO FEDERAL DO MARANHÃO CAMPUS CODÓ. In: CONNEPI, Não use números Romanos ou letras, use somente números Árabicos., 2012, Norte. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: FOCO NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SANTARÉM – PA. .: ., 2012. p. 1-6. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/5080/1730>. Acesso em: 09 maio 2024.

CASTRO Javier -Jiménez, Daniel González-Fernández, Michel Fornier, Natascha Schmidt, Richard Sempéré, Macro-litter in surface waters from the Rhone River: Plastic pollution and loading to the NW Mediterranean Sea, Marine Pollution Bulletin, Volume 146, 2019, Pages 60-66, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.067>.

COLVERO, Diogo Appel et al. Avaliação da geração de resíduos sólidos urbanos no estado de Goiás, Brasil: análise estatística de dados. Eng Sanit Ambiental, Brasil, v.

22, n. 5, p. 931-941, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/4cgwtNp8HLWMLG448FmnsHx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 set. 2022.

CORCORAN, Patricia L.; NORRIS, Todd; CECCANESE, Trevor; WALZAK, Mary Jane; HELM, Paul A.; MARVIN, Chris H. Hidden plastics of Lake Ontario, Canada and their potential preservation in the sediment record. *Environmental Pollution*, [S.L.], v. 204, p. 17-25, set. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.04.009>.

CORRÊA, Érico K., Avancini, A. R., Moncks, R. B., Paz, M. F. da, & Corrêa, L. B. (2012). Utilização de ferramentas de educação ambiental na implantação do programa de coleta seletiva no centro de engenharias da universidade federal de pelotas. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 29.

CÓZAR, A., et al. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239-10244.

EFFTING, Tânia Regina. *EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS PÚBLICAS: REALIDADE E DESAFIOS*. 2007. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Especialização "Planejamento Para O Desenvolvimento Sustentável". Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2007.

EMMERIK, T. v. and Schwarz, A. (2019). Plastic debris in rivers. *WIREs Water*, 7(1). <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>

FALCÃO, MM da S.; ARCOS, AN; COSTA, FS da. Avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos ao longo do Rio Preto da Eva, no Amazonas, Brasil. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.] , v. 15, pág. e107101522560, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.22560. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22560>. Acesso em: 5 maio. 2024.

FEDORUK, M., & MAHEU, P. (2017). The EcoSchools Program in Ontario: Is it having an impact? *Environmental Education Research*, 23(1), 62-83. doi:10.1080/13504622.2016.118053.

FORGIARINI, Gabriel Melo. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COLETADOS COM O USO DE ECOBARREIRA EM CURSOS DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL, RS. 2018. 46 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2018. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4123/1/Gabriel%20Melo%20Forgiarini%202018.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2023.

GARCIA, Mariaangélica et al. DUAS DÉCADAS DA PNEA: AVANÇOS E RETROCESSOS NO BRASIL. Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 250-270, jan. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10402/7966>. Acesso em: 01 nov. 2023.

GALGANI et al, 2013. Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). DRAFT REPORT, July 2013. Disponível em: <https://circabc.europa.eu/sd/a/101f0110-febd-4239-9ee1-362b91dd820e/CHAPTER%20-%20DRAFT%20MSFD%20Monitoring%20Guidance%20TSG-ML%2011072013.pdf>

GASPERI, Johnny; DRIS, Rachid; BONIN, Tiffany; ROCHER, Vincent; TASSIN, Bruno. Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. Environmental Pollution, [S.L.], v. 195, p. 163-166, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.09.001>.

GESAMP - Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (2019). Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. London: International Maritime Organization.

GUIMARAES, G. M.; Almeida, D.; Marcuzzo, F. F. N SIG na construção de diagramas unifilares das estações F, FD, P, Pr além das UHE, PCH, CGH das sub-bacias 80 a 84 na bacia hidrográfica do Atlântico. Trecho Sudeste. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/marte2/2017/09.25.14.55/capa.htm>.

HEMPE, Cléa. NOGUEIRA, Jorge. O.C.N. Educação Ambiental e Resíduos Sólidos Urbanos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. V.05, nº05, p.682-685, 2012.

HENRIQUES, Ricardo. Educação Ambiental: aprendizes de sustentabilidade. Brasília: Min. Ed., 2009. 109 p.

HIDALGO-RUZ V., et al. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060-3075. doi:10.1021/es2031505

HOELLEIN, Timothy; ROJAS, Miguel; PINK, Adam; GASIOR, Joseph; KELLY, John. Anthropogenic Litter in Urban Freshwater Ecosystems: distribution and microbial interactions. *Plos One*, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 1, 23 jun. 2014. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0098485>.

HOMECHIN JUNIOR, M.. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO TRECHO MÉDIO DO RIO ITAJAÍ-MIRIM, SANTA CATARINA. *Sociedade e Ecologia do Brasil, Itajaí*, v. 1, n. 1, p. 1-2, set. 2007. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiceb/pdf/1740.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2022.

IBGE. Cidades. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 26 ago. 2022.

JAMBECK, J. R., ET al. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.

LEBRETON LCM, van der Zwet J, Damsteeg JW, Slat B, Andrady A, Reisser J. River plastic emissions to the world's oceans. *Nat Commun*. 2017 Jun 7;8:15611. doi: 10.1038/ncomms15611. PMID: 28589961; PMCID: PMC5467230.

LECHNER, Aaron; KECKEIS, Hubert; LUMESBERGER-LOISL, Franz; ZENS, Bernhard; KRUSCH, Reinhard; TRITTHART, Michael; GLAS, Martin; SCHLUDERMANN, Elisabeth. The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter

outnumbers fish larvae in europe's second largest river. *Environmental Pollution*, [S.L.], v. 188, p. 177-181, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.02.006>.

LEITE, A.S.; SANTOS, L. I.; COSTA, Y.; HATJE, V. Influence os proximity to na urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, [s.l.], v.81, n.1, p.242-247, 2014.

LIU, Z., Et al. (2019). A review of the impact of microplastics on the environment and human health. *The Science of the Total Environment*, 626, 1124-1131.

LIPPIATT, S., Opfer, S., and Arthur, C. 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46. Disponível em: <https://repository.oceanbestpractices.org/bitstream/handle/11329/1210/Lippiatt%20et%20al%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LOUREIRO, Carlos Frederico B. Um olhar sobre a educação ambiental nas escolas: considerações iniciais sobre os resultados do projeto “O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental?”. In: LOUREIRO, Carlos Frederico B. *Vamos cuidar do Brasil*. Brasília: Unesco, 2007. p. 2-245.

MENEZES, Rosana Oliveira; CASTRO, Samuel Rodrigues; SILVA, Jonathas Batista Gonçalves; TEIXEIRA, Gisele Pereira; SILVA, Marco Aurélio Miguel. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de juiz de fora, minas gerais. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 271-282, abr. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019177437>.

MORRITT, David; STEFANOUDIS, Paris V.; PEARCE, Dave; CRIMMEN, Oliver A.; CLARK, Paul F. Plastic in the Thames: a river runs through it. *Marine Pollution Bulletin*, [S.L.], v. 78, n. 1-2, p. 196-200, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.035>.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 111-124, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1982-45132008000100008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/q3QftHsxztCjbWxKmGBcmSy/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2023.

NEVES, M. G. F. P. das. Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana. 2006. 249 f. Tese (Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NEWBOULD Robert A. , Powell D. Mark , Whelan Michael J. Macroplastic Debris Transfer in Rivers: A Travel Distance Approach. *Frontiers in Water* VOLUME=3 YEAR=2021URL=<https://www.frontiersin.org/journals/water/articles/10.3389/frwa.2021.724596>. DOI=10.3389/frwa.2021.724596. ISSN=2624-9375.

OLIVATTO, Glaucia Peregrina. Estudo sobre Microplásticos em águas superficiais na porção oeste da Baía de Guanabara. 2017. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Puc Rio, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/29926/29926.PDF>. Acesso em: 01 nov. 2023.

OLIVEIRA, Alesandro Silva. Pesquisa em Educação Ambiental, v.18, n. 1, 2023 DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.2023-17621>. Educação ambiental e sustentabilidade: um caminho para o desenvolvimento econômico sustentável. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/17621/12936>.

ONU. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 jan. 2023.

ORDÓÑEZ OSTIN GARCÉS-, Victoria Castillo-Olaya, Luisa F. Espinosa-Díaz, Miquel Canals, Seasonal variation in plastic litter pollution in mangroves from two remote tropical estuaries of the Colombian Pacific, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 193, 2023, 115210, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115210>.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R; VALCI, F.V. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PARRA, Johicy Helenn et al. MÍDIAS SOCIAIS COMO ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A PROMOÇÃO DA COLETA SELETIVA. In: 2º CONGRESSO SUL AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2019, Foz do Iguaçu. Anais [...] . Foz do Iguaçu: Ibeas - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/III-096.pdf>. Acesso em: 09 maio 2024.

PETERS, Susan P. Bratton, Urbanization is a major influence on microplastic ingestion by sunfish in the Brazos River Basin, Central Texas, USA, *Environmental Pollution*, Volume 210, 2016, Pages 380-387, ISSN 0269-7491, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.018>.

PINTO, André Luiz Brasil Varandas et al. Grupo de Trabalho | Produção Técnica. Brasil: Capes, 2019. 81 p. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/pt/relatorios-tecnicos-dav>. Acesso em: 09 maio 2024.

PIMENTA, Mayana Flávia Ferreira; NARDELLI, Aurea Maria Brandi. Desenvolvimento sustentável. Perspectiva: Os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1257-1277, 1 abr. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-795x.2015v33n3p1257>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2015v33n3p1257>. Acesso em: 08 ago. 2022.

RAJAN Faiyaz A. Khudsar, Ram Kumar, Urbanization and population resources affect microplastic concentration in surface water of the River Ganga, *Journal of Hazardous Materials Advances*, Volume 11, 2023, 100342, ISSN 2772-4166, <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100342>.

ROZANTE, J. R.; Moreira, D. S. ; Gonçalves., L. G. G. ; Vila, Daniel A. . Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation Over South America. *Weather and Forecasting*, v. 25, p. 885-894, 2010.

RYAN Peter G., Vonica Perold, Limited dispersal of riverine litter onto nearby beaches during rainfall events, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 251, 2021, 107186, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107186>.

RIFFEL, E. & BEAUMORD, A.C. 2003. Caracterização Ambiental do Rio Itajaí-Mirim e seus Tributários, no Município de Brusque, SC. *Anais do II Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental*, Itajaí.

RIBEIRO, Yananda Andrade Lima. Advocacy na Rede: um estudo sobre estratégias comunicacionais da campanha Mares Limpos no Instagram. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/30016>. 2019.

ROCHMAN, C. M., ET al. (2013). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 3, 1-10.

RIBIC, C.A.; Dixon, T.R.; Vining, I. (1992) - Marine debris survey manual. NOAA Technical Report NMFS 108. 92p., U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, VA, USA. Disponível em: <https://www.st.nmfs.noaa.gov/spo/SPO/tr108opt.pdf>

RECH S, Macaya-Caquilpán V, Pantoja JF, Rivadeneira MM, Jofre Madariaga D, Thiel M. Rivers as a source of marine litter--a study from the SE Pacific. *Mar Pollut Bull*.

2014 May 15;82(1-2):66-75. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.03.019. Epub 2014 Apr 13. PMID: 24726186.

ROMAN, Lauren; HARDESTY, Britta Denise; SCHUYLER, Qamar. A systematic review and risk matrix of plastic litter impacts on aquatic wildlife: a case study of the mekong and ganges river basins. *Science Of The Total Environment*, [S.L.], v. 843, p. 156-858, out. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156858>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722039559>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ROSA, C; WIDMER, W. M. Diagnóstico do lixo marinho e ação de educação ambiental na Praia de Navegantes/SC. *Revista Metodologias e Aprendizado*. V.2, p. 50-56, 2019.

PINTO, Rose Boahemaa, Linda Bogerd, Martine van der Ploeg, Kwame Duah, Remko Uijlenhoet, Tim H.M. van Emmerik, Catchment scale assessment of macroplastic pollution in the Odaw river, Ghana, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 198, 2024, 115813, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115813>.

SANTOS, A. dos, Costa, V. S. de O., & Santos, T. G. (2019). Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos em duas unidades escolares. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, 14(4), 25–39. <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.9658>.

SILVA, Iara Lina de Sousa et al. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: FOCO NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SANTARÉM – PA. *Revista Extensão da Integração Amazônica*, Santarém, v. 2, n. 1, p. 39-42, 27 dez. 2019. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/extensaodaintegracaoamazonica/article/view/1169>. Acesso em: 09 maio 2024.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental: possibilidades e limitações *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317-322, maio/ago. 2005. Disponível em: <https://www.foar.unesp.br/Home/projetoviverbem/sauve-ea-possibilidades-limitacoes-meio-ambiente---tipos.pdf>

SCHMIDT, C; KRAUTH, T; WAGNER, S. 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science & Technology*. 2021

SCHULTZE, T., et al. (2018). Litter in freshwater ecosystems: Reflections on its causes and consequences. *Environmental Science and Technology*, 52(19), 10939-10947.

SCHMIDT, C., et al. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environmental Science & Technology*, 51(21), 12246-12253.

JÚNIOR, Ivanaldo Soares da. A Educação Ambiental Como Meio para a Concretização do Desenvolvimento Sustentável. Brasil: Dir.Pub, 2009.

SANTA CATARINA. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe Sobre A Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais Para O Seu Enquadramento, Bem Como Estabelece As Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, e Dá Outras Providências.. Florianópolis, Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=102255>. Acesso em: 01 jan. 2023.

SEBILLE, Erik van Sebille et al 2020 *Environ. Res. Lett.* 15 023003. The physical oceanography of the transport of floating marine debris. Disponível em: <https://archimer.ifremer.fr/doc/00610/72213/71011.pdf>

SNIS. Painel Saneamento Básico. 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

SOARES, Ricardo. As áreas contaminadas são um legado da Grande Aceleração no Antropoceno. *Revista Virtual de Química, Instituto Estadual do Ambiente (Inea)*, v. 12, n. 3, p. 2-12, jun. 2020. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3297>. Acesso em: 05 ago. 2022.

SUARIA, G., ET al. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Scientific Reports*, 6, 37551. doi:10.1038/srep37551.

TRAMOY R., E. Blin, I. Poitou, C. Noûs, B. Tassin, J. Gasperi, Riverine litter in a small urban river in Marseille, France: Plastic load and management challenges, *Waste Management*, Volume 140, 2022, Pages 154-163, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.015>.

UNESCO. (1978). Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental: Relatório Final. Tbilisi, URSS, 14-26 de outubro de 1977. Paris: UNESCO. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000033/003311fo.pdf>.

UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444E.pdf>.

UNEP - United Nations Environment Programme. (2021). Plastic Waste in Rivers. Retrieved from <https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/plastic-waste-rivers>

ZANCOPÉ, Márcio Henrique de Campos et al. ANOMALIAS NO PERFIL LONGITUDINAL E MIGRAÇÃO DOS MEANDROS DO RIO MOGI GUAÇU. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [s. l], v. 10, n. 1, p. 31-42, jan. 2009. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/115/110>. Acesso em: 28 ago. 2022.

ZBYSZEWSKI, M., CORCORAN, P.L. Distribution and Degradation of Fresh Water Plastic Particles Along the Beaches of Lake Huron, Canada. *Water Air Soil Pollut* 220, 365–372 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11270-011-0760-6>

8. APÊNDICES

8.1. APÊNDICE I – PLANO DE AULA



PLANO DE AULA: CAPACITAÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PROFESSORES

I. Plano de Aula: Data: Julho Carga Horária: 3 horas Público-alvo: Professores Quantidade prevista de participantes: 30
II. Dados de Identificação: Universidade: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC. Docente: Engenheira Ambiental e Sanitarista Barbara Oliveira (CREA nº 183101-0) e discente do Programa de Mestrado Profissional em Clima e Ambiente
III. Tema: Promovendo a Conscientização Ambiental: Capacitação sobre o Descarte Inadequado de Resíduos Sólidos nas Margens do Rio Itajaí Mirim em Brusque/SC.
IV. Objetivos: Objetivo Geral Capacitar professores sobre o tema resíduos sólidos e o impacto ocasionado devido à sua disposição incorreta em rios através de informações conceituais sobre o tema, bem como apresentação dos principais resultados sobre pesquisa feita no rio Itajaí-Mirim em Brusque/SC sobre o tema, a fim de que os professores sejam disseminadores ao trabalhar com alunos sobre o assunto. Objetivos Específicos a serem alcançados: a) Abordar sobre os principais resultados gerados na pesquisa; b) Orientar sobre a importância da destinação correta dos resíduos sólidos e os impactos ao meio ambiente e pessoas caso isso não ocorra;

- c) Orientar sobre os locais onde devem ser destinados cada tipo de resíduo gerado por uma residência;
- d) Apresentação de referências onde os professores poderão aprofundar no assunto e demais possíveis atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula;

V. Conteúdo:

- 1 – Resíduos sólidos;
- 2 – Impactos quanto à disposição incorreta dos resíduos sólidos em rios;
- 3 – Descarte irregular de resíduos sólidos no rio Itajaí-Mirim na cidade de Brusque/SC;
- 4 – Locais e formas de descartar resíduos;
- 5 – Apresentação de referências, atividades e dinâmicas complementares que podem ser aplicadas em sala de aula a fim de repassar o conteúdo;
- 6 – Principais resultados da pesquisa de mestrado.

VI. Desenvolvimento do Tema:

1 - Trabalhando Conceitos:

Será abordado os conteúdos acima mencionados seguindo os objetivos específicos definidos.

VI. Recursos didáticos:

- Será necessário a utilização de um projetor para realizar apresentação presencial sobre os tópicos;
- Materiais para dinâmicas serão descritos ao longo da apresentação no tópico "dinâmicas";
- Computador será fornecido pela discente.

VI. Metodologia utilizada:

- Aula expositiva sobre o tema com apresentação de ilustrações acerca dos resultados preliminares obtidos no estudo, bem como explanação verbal por meio de referências sobre as formas de trabalhar o tema proposto.

X. Cronograma

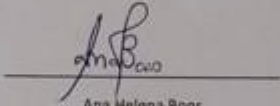
Demandas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Elaboração da apresentação aos participantes	X	X	X	
Definição de data, local e horário da palestra	X			
Execução da aula				X

8.2. APÊNDICE II – OFÍCIO PREFEITURA MUNICIPAL



Brusque, 06 de março de 2023.

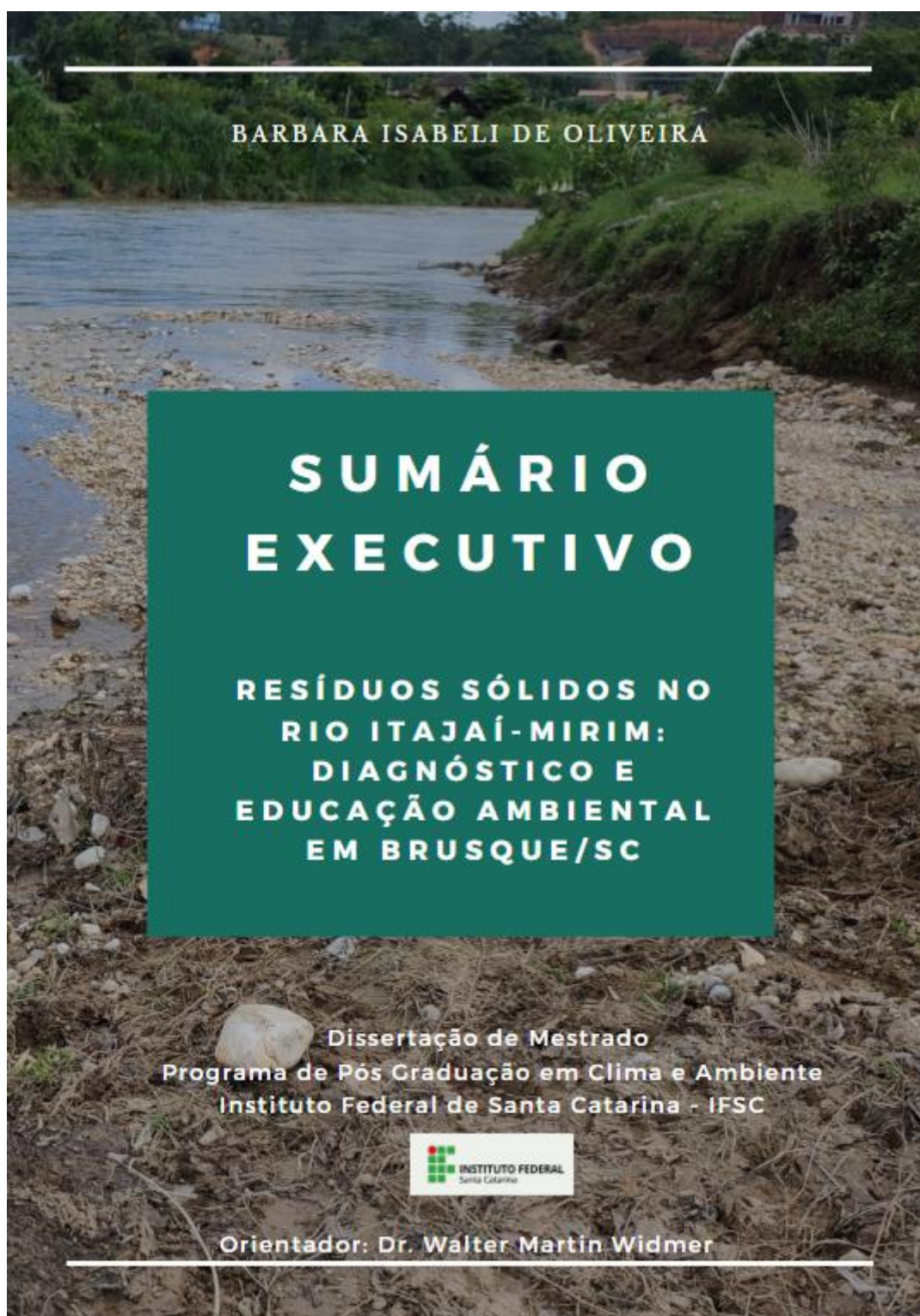
Eu, Ana Helena Boos, Superintendente da FUNDEMA – Brusque/SC declaro que a Prefeitura de Brusque por meio da Fundação Municipal de Meio Ambiente de Brusque/SC tem o interesse em receber da acadêmica do Mestrado Profissional em Clima e Ambiente Barbara Isabeli de Oliveira um documento-síntese elencando os principais resultados alcançados pela pesquisa acadêmica realizada no município de Brusque/SC com o título: "Resíduos Sólidos nas margens do Rio Itajaí-Mirim: Diagnóstico e atividades de educação ambiental em Brusque/SC".



Ana Helena Boos
Superintendente da FUNDEMA – Brusque/SC

Brusque, 06 de março de 2023.

8.3. APÊNDICE III – DOCUMENTO SÍNTESE AO MUNICÍPIO DE
BRUSQUE/SC



POR QUE FALAR SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS?

Este sumário executivo sintetiza os resultados de uma pesquisa sobre a disposição incorreta de resíduos sólidos nas margens do rio Itajaí-Mirim na cidade de Brusque, servindo como base técnica para os tomadores de decisão.

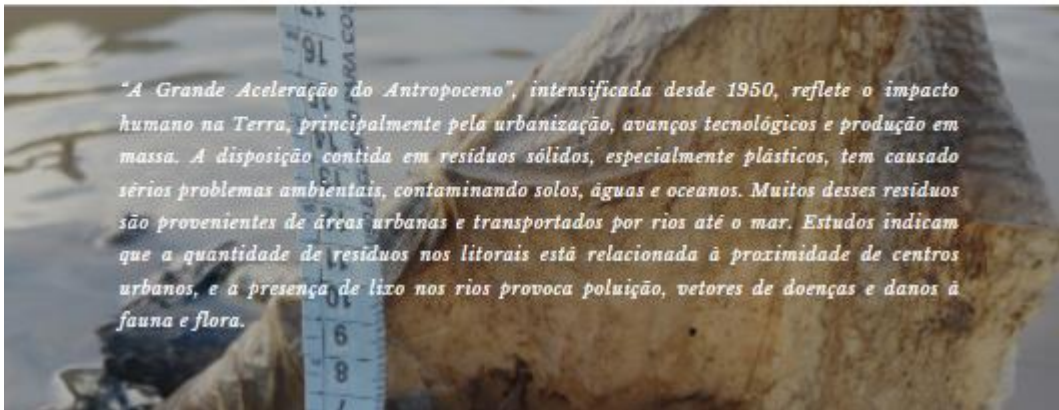
O aumento da geração de resíduos, decorrente do consumo excessivo, causa impactos negativos significativos na fauna e flora, quando esses materiais são descartados de forma inadequada no solo ou nos sistemas de drenagem e corpos d'água. Os efeitos variam de acordo com o tipo de fauna afetada e as características dos resíduos, pois alguns podem permanecer em águas doces, enquanto outros seguem para o oceano.

É crucial realizar estudos sobre a disposição incorreta de resíduos sólidos para entender melhor a problemática local e desenvolver estratégias eficazes de mitigação.

É também importante que os órgãos públicos promovam políticas de conscientização para uma gestão mais consciente do consumo e do descarte de resíduos.

O estudo teve como **objetivo** analisar a quantidade e tipo de resíduos ao longo do rio Itajaí-Mirim na cidade de Brusque/SC, verificando a relação com variações dos regimes hídricos. Os dados obtidos poderão orientar a implementação de medidas de mitigação, como ecobarreiras, e apoiar políticas públicas locais.

Além disso, o projeto incluiu palestras com os professores da rede municipal sobre o tema, bem como uma rede social a fim de sensibilizar a comunidade sobre a importância do descarte correto de resíduos e seus impactos ambientais.



"A Grande Aceleração do Antropoceno", intensificada desde 1950, reflete o impacto humano na Terra, principalmente pela urbanização, avanços tecnológicos e produção em massa. A disposição contida em resíduos sólidos, especialmente plásticos, tem causado sérios problemas ambientais, contaminando solos, águas e oceanos. Muitos desses resíduos são provenientes de áreas urbanas e transportados por rios até o mar. Estudos indicam que a quantidade de resíduos nos litorais está relacionada à proximidade de centros urbanos, e a presença de lixo nos rios provoca poluição, vetores de doenças e danos à fauna e flora.

COLETA DE DADOS

O estudo foi realizado ao longo do rio Itajaí-Mirim, especificamente na cidade de Brusque. Para isso foram definidos pontos amostrais em margens do rio com planície aluvial formada por meandros, onde de um lado da margem é desenvolvida convexidade e do outro lado se desenvolve concavidade em seu perfil longitudinal.

A erosão ocorre na margem côncava e a deposição de sedimento acontece na margem convexa, devido a características hidráulicas do canal, conforme figura 1. Desta forma, foram considerados pontos onde há o depósito de sedimentos na margem convexa do rio com o objetivo de verificar se nos pontos de deposição de sedimentos, há também a presença de resíduos sólidos.

Figura 01. Representação da dinâmica do rio com formação de banco de areia e erosão e localização dos pontos amostrais na cidade de Brusque/SC.

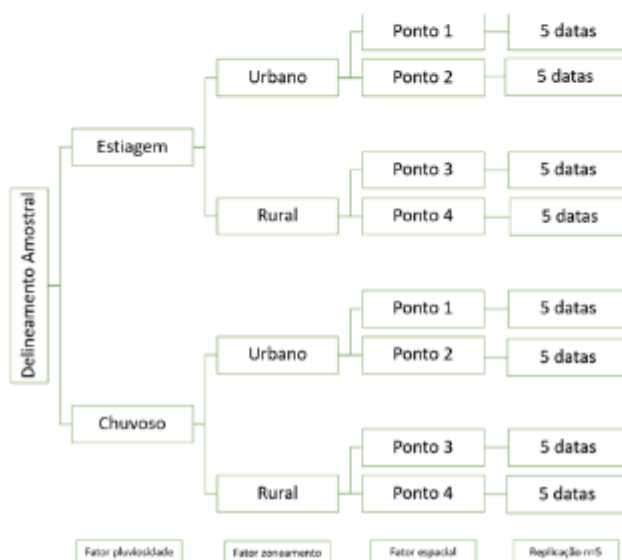


Foram realizadas visitas a oito pontos amostrais, dos quais quatro foram selecionados, sendo dois na área urbana e dois na área rural. Para a escolha dos pontos foram considerados fatores como: distância entre pontos, possibilidade e autorização de acesso, presença de riscos para chegar ao local.

As saídas de campo foram realizadas em dupla, com a pesquisadora e um acompanhante utilizando vestimentas adequadas e equipamentos como celular carregado. A rota, destino e horário de retorno foram informados a parentes. Foi mantida uma distância segura da água. Resíduos foram coletados para evitar dupla contagem, usando luvas e sacos apropriados.

Foram realizadas coletas de dados em cinco ocasiões (réplicas temporais) para cada ponto, em ambos os regimes hidricos, ou seja, durante o período de estiagem (baixo regime) e o período chuvoso (alto regime), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 02. Delineamento amostral Opção A



Neste estudo, foram considerados apenas os resíduos com mais de 2,5 cm (macro- e megalixo). Para evitar a contagem duplicada dos mesmos resíduos em diferentes datas de coleta, foi realizado o registro fotográfico de cada item, incluindo a definição da categoria correspondente e a criação de um acervo digital com as imagens dos resíduos encontrados em cada saída de campo. Após o registro, os resíduos foram removidos e encaminhados ao destino final apropriado.

A categorização dos resíduos sólidos nos rios foi ajustada de acordo com autores mencionados no referencial teórico. Assim, com base nas opções de classificação e nas observações iniciais dos resíduos na área de estudo, este trabalho utilizou sete classes de resíduos: plásticos, metais, borracha, vidros, material de construção, materiais mistos e itens indeterminados.

A coleta de resíduos sólidos foi realizada em toda a extensão da praia disponível nos pontos amostrais, onde avaliou-se a quantidade e os tipos de resíduos encontrados. Essa metodologia foi escolhida porque a área delimitada pelos pontos amostrais com sedimentos não é muito grande, facilitando a coleta de dados em toda a área da praia. O total de itens registrados foi dividido pela área observada, permitindo expressar os dados em itens por 100 m².

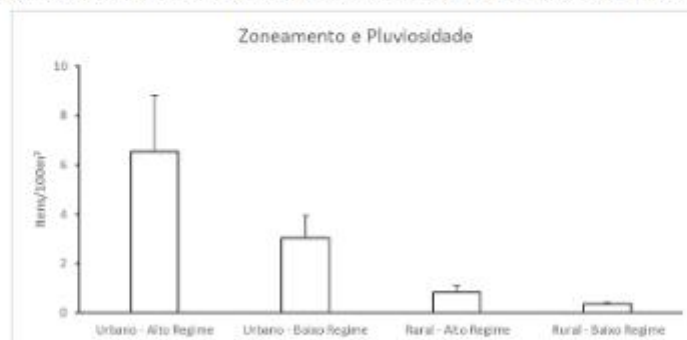
PRINCIPAIS RESULTADOS

Foram encontrados mais resíduos na zona urbana em comparação com a rural, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Observou-se também uma maior quantidade de resíduos nos períodos de alta pluviosidade, em comparação com os de baixa pluviosidade. Contudo, tal diferença não é estatisticamente significativa.

Figura 03. Resíduo na área urbana (esquerda) e na área rural (direita).



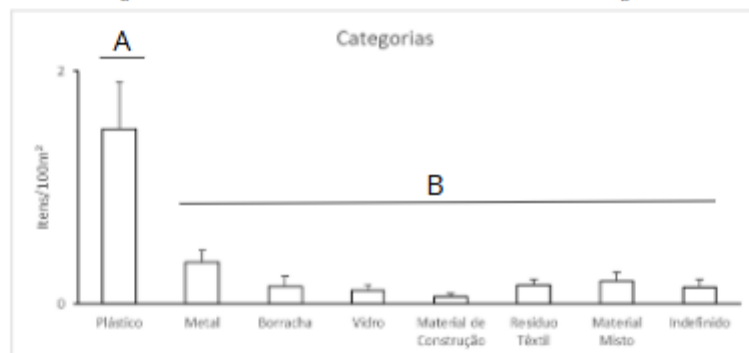
Figura 04. Média de resíduos totais/100 m² considerando os fatores urbanismo e pluviosidade.



PRINCIPAIS RESULTADOS

Destaca-se o plástico (A) como a categoria principal de resíduos encontrados, com um valor médio mais de quatro vezes superior à média do segundo material mais abundante, os itens metálicos. As demais categorias de materiais (B) que são os itens mistos, resíduos têxteis, borrachas, materiais indefinidos, fragmentos de vidro e materiais de construção civil, apresentaram médias individuais inferiores a 0,2 itens/100 m². A diferença entre as categorias de resíduos ligados pela linha B não é estatisticamente significativa.

Figura 05. Média de resíduos totais/100 m² considerando todas as categorias.



Educação Ambiental

• PALESTRAS

Foi realizada palestra com os professores da rede municipal de ensino, a fim de conscientizá-los e inspirá-los para que os mesmos sejam os multiplicadores do tema resíduos sólidos aos alunos. A organização envolveu o alinhamento com a Secretaria de Educação quanto aos dados, local, e formato da apresentação, além da criação de um Plano de Aula. Para atender a todos os professores, a palestra foi oferecida em dois momentos: um online, de 35 minutos, e um presencial, de 3 horas, ambos com horários pré-combinados. A apresentação também foi disponibilizada a todos os professores.

PRINCIPAIS RESULTADOS

A palestra online contou com 11 participantes e abordou temas como os conceitos de resíduos sólidos, impacto da disposição incorreta dos resíduos e locais adequados para o descarte em Brusque.

Já a palestra presencial, com 18 inscritos, permitiu uma exploração mais detalhada, especialmente no tópico "referências", que apresentou atividades práticas para os professores utilizarem em sala de aula. Ao final, foi entregue um jogo de tabuleiro feito com resíduos.

Além disso, na palestra presencial foi perguntado de maneira informal, antes e depois da palestra, a fim de avaliar o conhecimento inicial dos participantes sobre o descarte correto de resíduos sólidos e se houve alteração do conhecimento após a palestra.

Foi possível observar que os participantes já tinham entendimento em relação a temática, porém mesmo assim tiveram pontos que foram positivos ao ser verificado que responderam de forma correta ou saber responder após consulta informal.

Os temas discutidos foram a definição de resíduos sólidos, diferença de resíduos perigosos e não perigosos, a alteração da paisagem como um impacto negativo pela disposição incorreta de RS, onde descartar resíduos de obra de residência, móveis usados, eletrônicos e esponjas, zoneamento como interferência na disposição incorreta de RS e por fim o fator pluviosidade ter relação com a presença de resíduos sólidos em rios.

Figura 06. Palestra presencial.



Figura 07. Palestra online.



PRINCIPAIS RESULTADOS

• REDE SOCIAL

Foi criado um perfil na rede social “Instagram” denominado “Por um futuro sem lixo”, com o objetivo de divulgar periodicamente mensagens educativas relacionadas ao problema da poluição dos rios por resíduos sólidos,

Este espaço virtual aborda tópicos essenciais, desde a problemática dos resíduos sólidos até a identificação dos principais resíduos encontrados no presente estudo, além de apresentar informações de outros autores sobre a temática.

Figura 08. Página inicial da rede social criada para divulgação de material educativo sobre poluição dos rios por resíduos sólidos.



Em suma o presente estudo mostrou que:

- Foram encontrados mais resíduos na área urbana do que na área rural;
- Períodos de alta pluviosidade estão associados a uma maior quantidade de resíduos em comparação com períodos de baixa pluviosidade;
- Plástico foi identificado como o material mais abundante;
- Professores da rede municipal se mostraram interessados no tema;
- As redes sociais podem auxiliar na sensibilização da comunidade sobre o problema de resíduos nos rios.

SUGESTÕES

Este estudo teve duração de dois anos para conclusão. Sendo assim, abaixo são apresentadas sugestões de prevenção e restauração para que os gestores possam dar continuidade nas ações sobre resíduos sólidos. As ações devem dar ênfase ao material plástico nas áreas urbanas da cidade, em função dos resultados do monitoramento.

- **Instalação de ecoponto para coleta de resíduos volumosos no município e lixeiras em áreas públicas:** Trata-se de uma solução adequada para o descarte de itens de grande porte, como móveis, eletrodomésticos, restos de construção e outros materiais que não podem ser coletados pelo serviço de coleta regular. O ecoponto serve como um local específico onde os moradores podem descartar esses resíduos de forma responsável, evitando o descarte irregular em vias públicas e áreas verdes. Essa medida contribui para a limpeza urbana, a redução de impactos ambientais e facilita a reciclagem e a reaproveitamento de materiais, promovendo a conscientização sobre a gestão adequada de resíduos. Além disso, intensificar a instalação e manutenção de lixeiras em áreas públicas pode reduzir as chances de disposição incorreta no solo.
- **Intensificação da fiscalização quanto ao descarte incorreto de resíduos:** Esta ação visa fortalecer o controle sobre práticas de descarte de lixo em locais não permitidos, terrenos baldios, rios e áreas públicas. A medida envolve o aumento de ações de monitoramento, com a utilização de agentes de fiscalização, além da aplicação de multas para infratores.
- **Intensificação da educação ambiental nos centros educacionais:** ampliar e fortalecer o ensino sobre a temática nas escolas, com isso, busca-se formar jovens mais conscientes e engajados em práticas sustentáveis, promovendo uma cultura de respeito ao meio ambiente. Sugere-se a contratação de um profissional capacitado sobre o tema a fim de ensinar os alunos e professores.
- **Divulgação de ações ambientais em relação ao tema resíduos sólidos nas mídias sociais do município:** Esta prática permite reforçar aos munícipes o que está sendo feito em relação ao tema. Para esta prática sugere-se utilizar a rede social criada neste estudo o qual atualmente já divulga informações sobre resíduos sólidos. Desta forma, poderá ser alinhado entre a autora e prefeitura as possibilidades para continuar as divulgações nesta rede social.
- **Integração com a Bacia Hidrográfica do rio Itajaí-Mirim:** o problema da disposição incorreta de resíduos sólidos é transfronteiriço, ou seja, cidades a montante que fazem o descarte incorreto irão impactar as cidades a jusante, desta forma, é necessário que as ações a serem realizadas sejam em conjunto com cidades a montante envolvendo o comitê gestor da bacia hidrográfica do rio Itajaí.

SUGESTÕES

- **Alcançar mais pessoas:** Estratégia de educação ambiental é alcançar as pessoas por meio de ações em eventos locais, como na Fenarreco, em jogos de futebol e em mototrilhas, abordando a temática dos resíduos sólidos. Nessas ações, pode-se utilizar exemplos concretos, como o caso do marreco, que pode ingerir lixo no rio e acabar morrendo, para sensibilizar o público sobre a importância da correta destinação de resíduos e os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado. Bem como implantar copo-eco para consumo de bebidas no local, proibindo o uso de copos plásticos.
- **Implantação de ecobarreiras na área urbana do município:** Este sistema refere-se a instalação de barreiras flutuantes em rios com o objetivo de capturar resíduos sólidos que são carregados pelas águas, evitando que cheguem a áreas mais amplas, como estuários e o oceano. Essas barreiras são projetadas para reter o lixo, permitindo o fluxo natural da água e protegendo o ecossistema local. A iniciativa contribui para a redução da poluição hídrica, melhoria da qualidade das águas urbanas, facilitação da coleta de resíduos e sensibilização da população sobre a importância do descarte correto do lixo.
- **Mutirão de limpeza:** Esse tipo de iniciativa envolve a mobilização de voluntários, incluindo moradores, estudantes, organizações locais e autoridades, para a limpeza de áreas públicas, como praias, parques, margens de rios ou áreas urbanas. Fazer com que esse trabalho sejam um monitoramento subamostrado a fim de ter um histórico de dados de resíduos ao longo dos anos. Servindo como medição a longo prazo da efetividade das ações de educação ambiental se realizadas em conjunto com a limpeza.
- **Monitoramento da concessionária de resíduos:** Sugere-se que, nos futuros contratos de prestação de serviços de resíduos sólidos, haja uma maior atenção às temáticas relacionadas ao material reciclado, assegurando que a coleta seletiva seja priorizada e corretamente implementada.
- **Soluções baseadas na natureza:** construção de ecobarreiras naturais na água com o auxílio de plantas como macrófitas. Além disso, é fundamental promover a recuperação e preservação da mata ciliar, garantindo que a vegetação saudável funcione como um filtro natural para os resíduos sólidos, ajudando na mitigação dos impactos ambientais e na promoção de um ambiente mais equilibrado.



MAIS INFORMAÇÕES

Para conhecer a dissertação na íntegra acesse o QR Code abaixo:



CONHEÇA NOSSA REDE SOCIAL

Venha conferir o que estamos publicando em nossa rede social sobre o assunto:





REFERÊNCIAS BÁSICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Plano de Combate ao Lixo no Mar. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. – Brasília, DF: MMA, 2019.

BRASIL. (Lei N° 9.795) Dispõe Sobre A Educação Ambiental, Institui A Política Nacional de Educação Ambiental e Dá Outras Providências. Brasília, 27 abr. 1999. n. 9.795. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm.

BRASIL. (2010). Lei Federal n° LEI N° 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências. Brasil.

GALGANI et al, 2013. Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML). DRAFT REPORT, July 2013. Disponível em: <https://circabc.europa.eu/sd/a/101f0110-febd-4239-9ee1-362b91dd820e/CHAPTER%2020DRAFT%20MSFD%20Monitoring%20Guidance%20TSG-ML%2011072013.pdf>.

LEBRETON LCM, van der Zwet J, Damsteeg JW, Slat B, Andrady A, Reisser J. River plastic emissions to the world's oceans. Nat Commun. 2017 Jun 7;8:15611. doi: 10.1038/ncomms15611. PMID: 28589961; PMCID: PMC5467230.

ROSA, C; WIDMER, W. M. Diagnóstico do lixo marinho e ação de educação ambiental na Praia de Navegantes/SC. Revista Metodologias e Aprendizado. V.2, p. 50-56, 2019.

UNEP - United Nations Environment Programme. (2021). Plastic Waste in Rivers. Retrieved from <https://www.unep.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/plastic-waste-rivers>.

8.4. APÊNDICE IV– COMPROVANTE ENVIO SUMÁRIO EXECUTIVO A PREFEITURA E CÂMARA DE VEREADORES

20/02/2025, 21:25

Gmail - Encaminhamento de Sumário Executivo – Dissertação sobre Resíduos Sólidos no Rio Itajaí-Mirim



Barbara Oliveira <barbaraaisabeli@gmail.com>

Encaminhamento de Sumário Executivo – Dissertação sobre Resíduos Sólidos no Rio Itajaí-Mirim

1 mensagem

Barbara Oliveira <barbaraaisabeli@gmail.com>

20 de fevereiro de 2025 às 21:24

Para: Fundacao Municipal de do Meio Ambiente <fundema@brusque.sc.gov.br>

Cc: Walter Martin Widmer <Walter.widmer@ifsc.edu.br>

Prezados (as), tudo bem?

Gostaria de compartilhar com a Fundação Municipal de Meio Ambiente (FUNDEMA) de Brusque o Sumário Executivo da minha dissertação de mestrado intitulada "Resíduos Sólidos no rio Itajaí-Mirim: Diagnóstico e Educação Ambiental em Brusque/SC", realizada no Programa de Mestrado em Clima e Meio Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

O estudo apresenta dados da disposição incorreta de resíduos em pontos nas margens do rio Itajaí-Mirim na área urbana e rural, além de apresentar ações de educação ambiental voltadas à conscientização e mitigação desse problema para professores da rede municipal de ensino. Acredito que os dados e reflexões apresentados podem contribuir para as ações e políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos na região.

Aproveito para agradecer o interesse em receber esse material.

Segue anexo o Sumário Executivo para conhecimento.

Fico à disposição para eventuais esclarecimentos e diálogos sobre o tema.

Agradeço desde já pela atenção e me coloco à disposição.

Att,

Barbara Isabeli de Oliveira
Engenheira Ambiental e Sanitarista - CREA nº 183101-0
(47) 9 99697271

 Sumário Executivo_dissertação de mestrado_Barbara Oliveira.pdf
6712K

20/02/2025, 21:28

Gmail - Encaminhamento de Sumário Executivo – Dissertação sobre Resíduos Sólidos no Rio Itajaí-Mirim



Barbara Oliveira <barbaraaisabeli@gmail.com>

Encaminhamento de Sumário Executivo – Dissertação sobre Resíduos Sólidos no Rio Itajaí-Mirim

1 mensagem

Barbara Oliveira <barbaraaisabeli@gmail.com>

20 de fevereiro de 2025 às 21:23

Para: camara@camarabrusque.sc.gov.br

Cc: Walter Martin Widmer <Walter.widmer@ifsc.edu.br>

Prezados (as), tudo bem?

Gostaria de compartilhar com a Câmara de Vereadores o Sumário Executivo da minha dissertação de mestrado intitulada "Resíduos Sólidos no rio Itajaí-Mirim: Diagnóstico e Educação Ambiental em Brusque/SC", realizada no Programa de Mestrado em Clima e Meio Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

O estudo apresenta dados da disposição incorreta de resíduos em pontos nas margens do rio Itajaí-Mirim na área urbana e rural, além de apresentar ações de educação ambiental voltadas à conscientização e mitigação desse problema para professores da rede municipal de ensino. Acredito que os dados e reflexões apresentados podem contribuir para as ações e políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos na região.

Segue anexo o Sumário Executivo para conhecimento. Peço a gentileza de encaminhar esse e-mail e o sumário executivo em anexo para os gabinetes dos vereadores.

Fico à disposição para eventuais esclarecimentos e diálogos sobre o tema.

Agradeço desde já pela atenção e me coloco à disposição.

Att,

Barbara Isabeli de Oliveira
Engenheira Ambiental e Sanitarista - CREA nº 183101-0
(47) 9 99697271

 **Sumário Executivo_dissertação de mestrado_Barbara Oliveira.pdf**
6712K

8.5. APÊNDICE V- EXEMPLOS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS

PONTO 1 – BEIRA RIO	
Categoria: Plástico com aproximadamente 50 cm em uma das dimensões. 	Categoria: Plástico com aproximadamente 26 cm em uma das dimensões. 
Categoria: Plástico com aproximadamente 9 cm em uma das dimensões. 	Categoria: Plástico com aproximadamente 11 cm em uma das dimensões. 

Categoria: Metal com aproximadamente 15cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 23cm em uma das dimensões.



Categoria: Têxtil com aproximadamente 44cm em uma das dimensões.



Categoria: Borracha com aproximadamente 66cm em uma das dimensões.



Categoria: Metal com aproximadamente 16cm em uma das dimensões.



Categoria: Borracha com aproximadamente 80cm em uma das dimensões



Categoria: Vidro com aproximadamente 10cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 26cm em uma das dimensões.



PONTO 2 – RIO BRANCO

Categoria: Material misto com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



Categoria: Resíduo Têxtil com aproximadamente 30cm em uma das dimensões.



Categoria: Material de Construção com aproximadamente 17cm em uma das dimensões.



Categoria: Borracha com aproximadamente 120cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 3cm em uma das dimensões.



Categoria: Material de Construção com aproximadamente 5cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 17cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 170cm em uma das dimensões.



Categoria: Resíduo Têxtil com aproximadamente 4 cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 30cm em uma das dimensões.



Categoria: Metal com aproximadamente 27cm em uma das dimensões.



PONTO 3 – DOM JOAQUIM

Categoria: Metal com aproximadamente 5cm em uma das dimensões.



Categoria: Metal com aproximadamente 4cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 7cm em uma das dimensões.



Categoria: Plástico com aproximadamente 30cm em uma das dimensões.



Categoria: metal com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



Categoria: misto com aproximadamente 4cm em uma das dimensões.



Categoria: plástico com aproximadamente 13cm em uma das dimensões.



Categoria: plástico com aproximadamente 17cm em uma das dimensões.



Categoria: Resíduo têxtil com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



Categoria: plástico com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



Categoria: misto com aproximadamente 4 cm em uma das dimensões.



Categoria: plástico com aproximadamente 20cm em uma das dimensões.



PONTO 4 – CRISTALINA

Categoria: plástico com aproximadamente 6cm em uma das dimensões



Categoria: material misto com aproximadamente 3cm em uma das dimensões



Categoria: plástico com aproximadamente 7cm em uma das dimensões



Categoria: misto com aproximadamente 5cm em uma das dimensões



Categoria: indefinido com aproximadamente 4cm em uma das dimensões



Categoria: plástico com aproximadamente 6cm em uma das dimensões

