

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT
TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



Esteira automatizada para coleta de resíduos em rios

CICERO BORBA PINHEIRO

YURI DANIEL BAMBERG

SÃO LEOPOLDO

2025

CICERO BORBA PINHEIRO

YURI DANIEL BAMBERG

ESTEIRA AUTOMATIZADA PARA COLETA DE RESÍDUOS EM RIOS

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação da professora Ceris Diane de Oliveira Menezes e coorientação do professor Thiago Lucena Schmidt.

São Leopoldo

2025

RESUMO

A proposta deste projeto é elaborar um dispositivo automatizado para realizar a coleta de resíduos nas águas de pequenos rios, possibilitando a limpeza do local e permitindo a reciclagem dos materiais recolhidos. A preservação da fauna e flora em recursos hídricos é de suma importância para o equilíbrio ambiental, visando contribuir para a descontaminação aquática tornando-se uma ação essencial para a promoção de melhores condições ambientais e de vida. Juntamente com o auxílio da tecnologia, podemos garantir uma saúde hídrica e reciclagem de forma correta, buscando reduzir significativamente a quantidade de detritos que chegam aos oceanos, promovendo a recuperação e preservação dos ambientes aquáticos. Está sendo desenvolvido com foco na redução da poluição hídrica, utilizando barreiras de contenção, esteira transportadora, sensores, recipiente vazado para armazenamento temporário e energia solar para alimentação elétrica. Assim que o resíduo vier de encontro ao sistema, o mesmo será direcionado a um local onde ficará aguardando para ser retirado e transferido para um centro de coleta. Dessa maneira, almeja-se conseguir amenizar e controlar acontecimentos de descarte irregular de materiais não orgânicos em rios e córregos, melhorando a qualidade da água e permitindo a reciclagem dos materiais recolhidos e desta forma contribuindo para um meio ambiente mais limpo e sustentável a todos.

Palavras-chave: Meio ambiente; Esteira automatizada; Reciclagem; Resíduos; Descarte irregular.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Criança em meio a um rio poluído por resíduos sólidos.	11
Figura 2 – Tabela com ranking de saneamento básico dos melhores e piores municípios.	16
Figura 3–Tartaruga marinha sem vida em resultado da poluição por resíduos.	20
Figura 4 – Esquema elétrico do sistema automatizado.	33
Figura 5 – Montagem prática do circuito eletrônico.	34
Figura 6 – Vista lateral esquerda do rascunho do protótipo.	35
Figura 7 – Vista superior do rascunho do protótipo.	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estado da arte	12
Quadro 2 – Demonstração dos impactos das diversas formas de uso dos rios.	21
Quadro 3 – Cronograma.	36
Quadro 4 – Recursos.	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

ISO – Organização Internacional de Normalização.

NBR – Norma Brasileira.

ONU – Organização das Nações Unidas.

PEVs – Pontos de Entrega Voluntária.

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente.

PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

RS – Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO.....	8
1.2 PROBLEMA.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.3.1 Objetivo Geral.....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 JUSTIFICATIVA.....	9
2. ESTADO DA ARTE.....	12
2.1 ECOBARREIRA ARROIO DILÚVIO.....	13
2.2 ECOBARREIRA RIO ATUBA.....	13
2.3 THE OCEAN CLEANUP.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 POLUIÇÃO EM RIOS: CAUSAS SOCIAIS E ECONÔMICAS.....	15
3.2 DEFINIÇÕES E TIPOS DE POLUIÇÃO HÍDRICA.....	16
3.3 PRINCIPAIS FONTES DE RESÍDUOS.....	17
3.4 TIPOS DE RESÍDUOS QUE POLUEM OS RIOS.....	17
3.4.1 Plásticos.....	17
3.4.2 Papel.....	18
3.4.3 Resíduos Orgânicos.....	18
3.4.4 Metais.....	18
3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DA POLUIÇÃO DE RESÍDUOS EM RIOS.....	19
3.5.1 Efeitos na Fauna e na Flora.....	19
3.5.3 Qualidade da água.....	20
3.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E NORMAS APLICÁVEIS.....	22
3.6.1 Políticas públicas e leis ambientais.....	22
3.6.2 Ações governamentais para Combater Descarte em Rios.....	25
3.7 PRÁTICA DE MANEJOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	25
3.7.1 Conceito de Resíduos Sólidos e sua Gestão.....	26
3.7.2 Processo, Benefícios Ambientais, Econômicos e Sociais da Reciclagem.....	26
3.8 TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE RECICLAGEM.....	27
3.8.1 Métodos de Coleta Seletiva.....	27
3.8.2 Triagem.....	27
3.8.3 Compostagem.....	27
3.8.4 Reciclagem Mecânica.....	28
3.9 INICIATIVAS E PROJETOS DE COMBATE A POLUIÇÃO EM RIOS.....	28

3.9.1. Iniciativas conscientes bem-sucedidas:.....	28
3.9.2. Tecnologias de limpeza de rio.....	29
3.9.3. Esteiras.....	30
3.9.3.1 Tipos de Esteiras.....	30
3.9.3.2 Vantagens do Uso de Esteiras.....	31
4. METODOLOGIA.....	32
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	32
4.2 PROCEDIMENTOS E ETAPAS PREVISTAS.....	32
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO.....	33
5. CRONOGRAMA.....	36
6. RECURSOS.....	37
7. RESULTADOS ESPERADOS.....	39

1. INTRODUÇÃO

Sistema semiautomático para captação de resíduos sólidos flutuantes, atualmente, os corpos hídricos do planeta enfrentam uma grave crise de poluição por resíduos sólidos, especialmente plásticos. De acordo com a ONU, em 2023 estima-se que entre 75 e 199 milhões de toneladas de resíduos plásticos encontram-se acumulados nos oceanos do planeta (Andersen Inger, 2023).

"Segundo um estudo do Blue Keepers, projeto ligado ao Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil é responsável por 3,44 milhões de toneladas de plástico que chegam aos oceanos todos os anos." (Dias Sylmara, 2023).

Analisando estes dados, percebe-se que 67% dos resíduos que chegam aos oceanos provêm de bacias hidrográficas, ou seja, são transportados por rios e canais de drenagem, que desempenham um papel crucial no abastecimento da população e na manutenção do ecossistema (Andersen Inger, 2023).

Grande parte desses resíduos se acumulam às margens e leitos dos rios, comprometendo a qualidade da água e a biodiversidade aquática. Com esse cenário alarmante, torna-se fundamental o desenvolvimento de novas tecnologias para uma solução eficiente que possa interceptar os resíduos sólidos antes que eles cheguem aos oceanos (Andersen Inger, 2023).

A importância da implementação de sistemas de coleta automatizada de resíduos em rios representa uma iniciativa concreta no combate à poluição hídrica, ajudando diretamente na interrupção do fluxo de resíduos que seguem dos rios para os oceanos. Além disso, o sistema contribui para a preservação da fauna e flora aquática, promovendo a conscientização ambiental. A urgência dessa solução é evidenciada pelo volume crescente de resíduos plásticos nos ambientes aquáticos e pelo impacto negativo que causam aos ecossistemas e à saúde humana, tornando essencial o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para enfrentar esse desafio global (MARQUES, 2025).

O sistema proposto contará com uma barreira de contenção fixada às margens fluviais, uma esteira para transportar os resíduos, um recipiente circular, vazado e removível para armazenar de forma homogênea os materiais, sensores para detectar o excesso de volume no recipiente, assim, acionando um aviso visual/sonoro e placas solares que fornecerão energia sustentável aos equipamentos. Esses componentes atuarão de forma conjunta para coletar e armazenar os poluentes, permitindo ampla limpeza de rios onde o sistema for instalado. Para garantir maior eficiência, o funcionamento será semiautomático, priorizando limpeza constante e conservação dos corpos hídricos, otimizando o processo e reduzindo a intervenção direta de um operador, elevando a eficiência do processo.

Os resíduos coletados serão encaminhados a um centro de triagem e reciclagem. Desta forma, o projeto representa uma iniciativa concreta ao combate da poluição hídrica, ajudando diretamente na interrupção da chegada dos poluentes que seguem dos rios para os oceanos, além de auxiliar a preservação da fauna e flora aquática, promovendo a conscientização ambiental.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de coleta automatizada de resíduos sólidos que se encontram junto com a correnteza dos rios, visando reduzir significativamente a quantidade de detritos que chegam aos oceanos e promover a recuperação e preservação dos ambientes aquáticos.

1.2 PROBLEMA

É possível elaborar um sistema semi automático para coleta de resíduos sólidos em rios, que realize a limpeza fluvial com alta eficiência e permita o reaproveitamento dos materiais coletados por meio da reciclagem?

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos desta pesquisa têm como finalidade direcionar o desenvolvimento do projeto e orientar todas as etapas de execução. Eles foram definidos com base na necessidade de criar uma solução prática e sustentável para o recolhimento de resíduos flutuantes em rios, contribuindo para a preservação ambiental e a melhoria da qualidade da água. A seguir, apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos que nortearam a elaboração deste trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar um dispositivo automatizado para realizar a coleta de resíduos nas águas de pequenos rios, assim, possibilitando a limpeza das águas e possibilitando a reciclagem dos materiais recolhidos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Empregar barreiras de contenção visando a captação e condução eficiente dos resíduos flutuantes.
- Acoplar uma esteira transportadora ao sistema, viabilizando o deslocamento dos resíduos até o compartimento para o armazenamento.
- Projetar um recipiente para o armazenamento de forma vazada, com a estrutura feita sobre trilhos, melhorando e permitindo o escoamento da água e os materiais encontrados.
- Integrar sensores no compartimento, permitindo o monitoramento do volume interno em tempo real, gerenciando e otimizando a remoção destes materiais.
- Alimentar inteiramente o sistema através de energia solar, garantindo seu funcionamento de maneira auto sustentável e ambientalmente responsável.

1.4 JUSTIFICATIVA

A poluição hídrica causada por resíduos sólidos, especialmente os polímeros, constitui uma das maiores ameaças ambientais do século XXI. Grande parte desse

material tem como ponto de entrada os rios, que funcionam como condutores desses resíduos até os ambientes marinhos. Segundo o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2025), entre 75 e 199 milhões de toneladas de plástico são encontradas atualmente nos oceanos, esse número tende a aumentar se medidas concretas não forem adotadas.

No contexto nacional, o Brasil ocupa uma posição preocupante. De acordo com o projeto Blue Keepers (2025), vinculado ao Pacto Global da ONU, o país é responsável por cerca de 3,44 milhões de toneladas de plástico que chegam aos oceanos todos os anos. Aproximadamente 67% desses resíduos têm origem em bacias hidrográficas, revelando o papel crítico dos rios como canais de transporte de poluição. Este cenário evidencia a necessidade urgente de ações inovadoras e tecnológicas que possam mitigar os danos causados pelo descarte irregular de resíduos.

A proposta de desenvolver um sistema de coleta automatizada de resíduos sólidos em rios justifica-se pela busca por soluções práticas, sustentáveis e eficientes, que possam agir de forma preventiva no combate à poluição. Sistemas desse tipo têm o potencial de interromper o fluxo de detritos antes que eles atinjam os mares, oferecendo uma resposta eficaz ao problema que une tecnologia, sustentabilidade e responsabilidade ambiental. O projeto contempla o uso de barreiras físicas, esteiras transportadoras, sensores e fontes de energia renovável (como placas solares), representando uma abordagem moderna e consciente do ponto de vista ecológico e energético.

Além disso, a iniciativa contribui para o fortalecimento das políticas públicas voltadas à preservação dos recursos hídricos e à gestão adequada de resíduos sólidos. O encaminhamento dos resíduos coletados a centros de triagem e reciclagem reforça o compromisso com a economia circular, promovendo a reutilização de materiais e reduzindo a quantidade de lixo encaminhado a aterros ou descartado na natureza.

Outro aspecto relevante é o impacto social do projeto. A imagem a seguir (Figura 1) evidencia a realidade da poluição em rios, demonstrando a necessidade de soluções eficazes para o controle de resíduos. A presença de sistemas

automatizados de coleta pode servir como ferramenta de educação e conscientização ambiental, mostrando à população a importância do descarte correto de resíduos e da preservação dos corpos hídricos. Combinando inovação, sustentabilidade e impacto social, o projeto atende a uma necessidade global de conservação dos ambientes aquáticos e, portanto, se justifica plenamente como uma contribuição relevante e necessária no enfrentamento da crise ambiental contemporânea.

Figura 1: Criança em meio a um rio poluído por resíduos sólidos.



Fonte: Último segundo (2024).

2. ESTADO DA ARTE

O estado da arte apresenta as tecnologias e projetos voltados à coleta e retenção de resíduos sólidos flutuantes em corpos hídricos, com foco em identificar soluções sustentáveis que sirvam de referência para o desenvolvimento do sistema proposto neste trabalho. O Quadro 1 apresenta projetos nacionais e internacionais que empregam diferentes abordagens tecnológicas e estruturais no enfrentamento da poluição hídrica.

Quadro 1: Estado da arte.

Pesquisa	Autoria	Ano da Publicação
Ecobarreira Arroio Dilúvio A Ecobarreira Arroio Dilúvio é um projeto idealizado e mantido pelo Instituto Safeweb. O objetivo é recolher o lixo flutuante descartado incorretamente no Arroio Dilúvio, em Porto Alegre, impedindo que ele chegue e contamine as águas do Lago Guaíba. A Ecobarreira conta com parceiros estratégicos como Braskem e Prefeitura de Porto Alegre.	Instituto Safeweb Luiz Carlos Zancanella Junior	2016
Eco barreira Rio Atuba A ecobarreira do Rio Atuba é uma estrutura simples feita com tambores, redes e uma grade submersa que serve para reter o lixo trazido pela	Diego Saldanha	2017

correnteza do rio.		
The Ocean Cleanup criou tecnologia própria para limpar a Grande Mancha de Lixo do Pacífico e bloquear detritos em cursos de água de países como Estados Unidos, Guatemala e Indonésia.	Boyan Slat	2013

2.1 ECOBARREIRA ARROIO DILÚVIO

A Ecobarreira instalada no Arroio Dilúvio (ZANCANELLA JUNIOR, 2016), em Porto Alegre (RS), é uma solução consolidada que também atua na contenção de resíduos flutuantes. Sua estrutura utiliza módulos flutuantes dispostos em ângulo, que direcionam o lixo até a margem. No local, o material é recolhido manualmente com o auxílio de um sistema de içamento. O projeto conta com o apoio da iniciativa privada e é considerado um exemplo de ação socioambiental de baixo custo.

Apesar de sua eficácia comprovada ao longo dos anos, a operação ainda depende de equipes humanas para coleta e manutenção diária. Além disso, não possui automação ou sensores de monitoramento. O sistema de esteira automatizada proposto neste trabalho pretende avançar em relação a esse modelo, oferecendo maior eficiência, menor necessidade de intervenção manual e uso de energia renovável, por meio de placas solares.

2.2 ECOBARREIRA RIO ATUBA

Um projeto de iniciativa cidadã, instalado no Rio Atuba, no Paraná, propôs a criação de uma estrutura simples e de baixo custo para contenção de resíduos sólidos flutuantes. A barreira é composta por tambores plásticos, redes de contenção

e uma grade submersa, que retém os resíduos transportados pela correnteza. A coleta dos materiais acumulados é realizada manualmente, com encaminhamento posterior para reciclagem ou destinação correta (SALDANHA, 2017).

O sistema se destaca pela simplicidade, pelo baixo custo de implementação e pelo impacto ambiental positivo que gera na região. No entanto, apresenta limitações como a necessidade de manutenção frequente e a dependência de intervenção humana diária para o recolhimento dos resíduos. A proposta do presente trabalho busca superar essas limitações ao implementar um sistema semiautomático, com maior autonomia e menor demanda por mão de obra.

2.3 THE OCEAN CLEANUP

O Interceptor, desenvolvido pela organização The Ocean Cleanup (SLAT, 2013), representa uma solução de alta tecnologia totalmente automatizada para coleta de resíduos em rios de grande porte. O equipamento funciona de forma contínua e autônoma, utilizando barreiras flutuantes para canalizar os resíduos até uma esteira, que os transporta para contêineres de armazenamento. O sistema é alimentado por energia solar e possui sensores conectados a uma rede de monitoramento em tempo real via internet.

Apesar da sua grande capacidade de coleta, que pode chegar a dezenas de toneladas por dia, o Interceptor apresenta um custo elevado de fabricação, instalação e manutenção, além de demandar logística complexa para implantação em diferentes regiões do mundo. Em comparação, o sistema de esteira automatizada proposto neste trabalho busca oferecer uma alternativa mais acessível e adaptável a contextos locais, com menor complexidade tecnológica, mas mantendo princípios de automação, sustentabilidade e eficiência na coleta de resíduos sólidos flutuantes.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica apresenta os principais conceitos, estudos e pesquisas que sustentam o desenvolvimento deste trabalho. São abordados temas relacionados à poluição dos rios e seus impactos socioeconômicos, às tecnologias existentes para coleta e retenção de resíduos flutuantes, e às soluções sustentáveis que contribuem para a preservação dos recursos hídricos. Essa base teórica é essencial para compreender o contexto ambiental e tecnológico no qual o projeto está inserido.

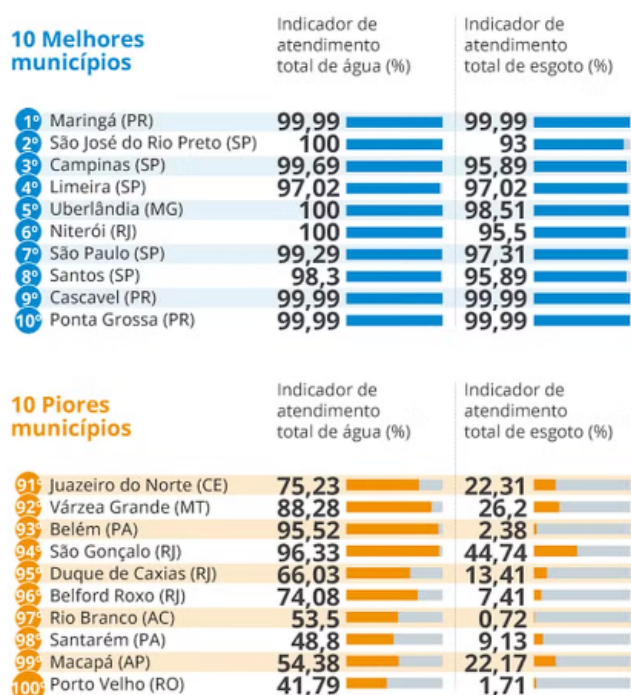
3.1 POLUIÇÃO EM RIOS: CAUSAS SOCIAIS E ECONÔMICAS

A poluição dos corpos hídricos, especialmente dos rios, é um dos graves problemas ambientais da atualidade. Algumas das principais causas estão ligadas a problemas na sociedade, como a urbanização desordenada, a ausência de saneamento básico adequado em diversas cidades, a falta de educação ambiental na sociedade e os impactos econômicos decorrentes da poluição.

A urbanização acelerada e sem planejamento adequado resulta na ocupação irregular de margens fluviais e no despejo direto de esgoto de residências e de empresas nos rios. Em muitas áreas urbanas, o crescimento populacional ultrapassou a capacidade de infraestrutura das cidades, afetando o controle de resíduos sólidos e líquidos (SOUZA, 2021).

A falta de saneamento básico é uma das principais causas da poluição hídrica no Brasil. Segundo dados do Instituto Trata Brasil (2022), cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à água tratada e mais de 100 milhões vivem sem acesso à coleta e tratamento de esgoto, o que contribui significativamente para o lançamento de poluentes diretamente nos rios.

Figura 2: Tabela com ranking de saneamento básico dos melhores e piores municípios.



Fonte: SNIS (2022)

Outro fator grave é a educação ambiental insuficiente. A ausência de campanhas eficazes sobre descarte adequado de resíduos e a preservação dos corpos hídricos reforça comportamentos que prejudicam o meio ambiente. A falta de consciência coletiva aumenta a poluição dos rios.

No campo econômico, os prejuízos decorrentes da poluição são expressivos. A contaminação dos rios compromete o abastecimento público de água potável, aumenta os custos com tratamento de água e prejudica atividades econômicas como a pesca e a agricultura, afetando diretamente a renda de comunidades que vivem dessas atividades.

3.2 DEFINIÇÕES E TIPOS DE POLUIÇÃO HÍDRICA

A poluição hídrica refere-se à introdução de substâncias ou formas de energia nos corpos d'água que alteram negativamente sua qualidade e afetam sua utilização para consumo humano, lazer, irrigação ou preservação ambiental (BRASIL ESCOLA,

2025). A poluição pode ser classificada de diversas maneiras, sendo os principais tipos:

- Poluição orgânica: resultante de esgotos domésticos e dejetos de animais.
- Poluição química: relacionada a metais pesados, fertilizantes, pesticidas e detergentes.
- Poluição física: provocada por resíduos sólidos, sedimentos ou alterações térmicas.
- Poluição biológica: causada pela introdução de microrganismos patogênicos.

3.3 PRINCIPAIS FONTES DE RESÍDUOS

As principais fontes de resíduos sólidos que atingem os rios são os lixões a céu aberto, a disposição inadequada de resíduos urbanos, o despejo industrial sem tratamento, e o esgoto doméstico irregular. Em áreas urbanas, a chuva arrasta resíduos descartados incorretamente nas ruas para os sistemas de drenagem pluvial, que estão ligados a rios e córregos.

3.4 TIPOS DE RESÍDUOS QUE POLUEM OS RIOS

Os resíduos sólidos mais comuns encontrados nos rios podem ser classificados em quatro categorias principais: plásticos, papel, resíduos orgânicos e metais. Cada tipo apresenta características específicas e impactos distintos sobre o meio ambiente, conforme detalhado a seguir.

3.4.1 Plásticos

Os plásticos estão entre os resíduos mais comuns encontrados nos cursos d'água. Por serem leves e altamente duráveis, esses materiais se dispersam com facilidade e permanecem no ambiente por centenas de anos. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estima-se que entre 75 e 199 milhões de toneladas de plástico estejam atualmente acumuladas nos oceanos.

Grande parte desse volume tem origem terrestre, sendo transportado principalmente por rios e canais de drenagem. Ainda de acordo com o PNUMA, cerca de 2,7 milhões de toneladas de plástico entram nos oceanos anualmente por meio desses cursos d'água. Itens como sacolas plásticas, garrafas PET, tampas e embalagens são os mais frequentemente encontrados nesse processo de contaminação ambiental (PNUMA, 2021).

3.4.2 Papel

Embora o papel seja biodegradável, quando descartado em grandes quantidades, especialmente em áreas sem coleta seletiva, ele contribui para a obstrução de cursos d'água, proliferação de vetores de doenças e degradação visual dos espaços urbanos e naturais.

3.4.3 Resíduos Orgânicos

Resíduos de origem biológica, como restos de alimentos e matéria vegetal ou animal, são frequentemente encontrados nos rios, especialmente próximos a áreas urbanas e rurais com descarte inadequado. Embora biodegradáveis, esses resíduos, quando presentes em grandes quantidades, desencadeiam processos de eutrofização (fenômeno em que o excesso de nutrientes favorece o crescimento intenso de algas e bactérias). À medida que essas algas morrem e se decompõem, microrganismos aeróbios consomem grande quantidade de oxigênio dissolvido, resultando em condições de hipóxia ou anóxia, o que pode causar a morte de peixes e outras formas de vida aquática (Gustavo Novais, 2025).

3.4.4 Metais

Resíduos metálicos, como latas, ferragens e componentes eletrônicos, representam sérios riscos ambientais. Alguns metais pesados, como chumbo, mercúrio e cádmio, são altamente tóxicos e podem contaminar o solo, os lençóis

freáticos e os organismos aquáticos, acumulando-se na cadeia alimentar e afetando inclusive a saúde humana (Freitas, R. C, 2021).

3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DA POLUIÇÃO DE RESÍDUOS EM RIOS

A presença de lixo nos rios representa um grave problema ambiental. Ela prejudica os ecossistemas aquáticos, coloca a saúde humana em risco e afeta a qualidade da água. Resíduos sólidos, principalmente plásticos, interferem no funcionamento natural dos rios, comprometendo a fauna e a flora, o ciclo da água e o uso da água por comunidades que dependem dela para beber, pescar, se alimentar ou se divertir.

3.5.1 Efeitos na Fauna e na Flora

A presença de resíduos sólidos nos rios afeta diretamente os animais e as plantas aquáticas. Peixes, aves e mamíferos podem ingerir plásticos ou ficar presos neles, o que causa ferimentos, sufocamento e até a morte. Já os microplásticos, por serem muito pequenos, são consumidos por organismos aquáticos menores e acabam se acumulando na cadeia alimentar, chegando até os seres humanos (PNUMA, 2021).

A Figura 3 ilustra um exemplo do impacto da poluição plástica na fauna aquática, mostrando o conteúdo estomacal de um animal marinho repleto de resíduos sólidos ingeridos acidentalmente.

As plantas aquáticas também sofrem com a poluição. Os resíduos podem bloquear a entrada de luz na água, dificultando a fotossíntese e prejudicando o crescimento das algas e outras espécies. Além disso, metais e produtos químicos presentes no lixo alteram o pH da água e liberam substâncias tóxicas que afetam o funcionamento das plantas aquáticas (Frontiers, 2022).

Figura 3: Tartaruga marinha sem vida em resultado da poluição por resíduos.



Fonte: Projeto tamar (2024).

3.5.2 Ecossistema Aquático

Os ecossistemas aquáticos sofrem muito com o acúmulo de lixo nos rios e lagos. Quando resíduos sólidos bloqueiam o caminho da água, isso atrapalha seu fluxo natural, causando assoreamento e mudando o ambiente onde vivem os animais e plantas. Isso dificulta a entrada de oxigênio na água e causa a morte de muitas espécies.

Esse desequilíbrio ambiental cria condições favoráveis para a criação de espécies invasoras, que competem com as nativas por espaço e recursos, podendo levar à extinção local de algumas delas. O acúmulo de matéria orgânica e a contaminação da água favorecem o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, que representam riscos tanto para os ecossistemas quanto para a saúde humana.

3.5.3 Qualidade da água

A presença de resíduos sólidos nos rios afeta gravemente a qualidade da água, tornando-a imprópria para diversos usos, como o consumo humano, a

irrigação, o lazer e a preservação da vida aquática. Esses resíduos alteram propriedades importantes da água, como a transparência, os níveis de oxigênio dissolvido e o equilíbrio de nutrientes, o que dificulta o tratamento, consequentemente deixando-o mais caro.

3.5.4 Consequências para a Saúde Humana

As pessoas que vivem perto de rios poluídos ou que utilizam essa água no dia a dia estão mais expostas aos efeitos da poluição. O contato com a água contaminada pode causar várias doenças, como hepatite, leptospirose, infecções intestinais e intoxicação por metais pesados.

Os principais impactos gerados pela poluição hídrica sobre diferentes formas de uso dos rios podem ser observados no Quadro 2, que demonstra como a presença de resíduos sólidos afeta comunidades, atividades econômicas e o bem-estar social.

Quadro 2: Demonstração dos impactos das diversas formas de uso dos rios.

Comunidade / Uso do rio	Impactos da poluição por resíduos sólidos
Abastecimento humano	Aumento no custo de tratamento; risco de contaminação por metais e microplásticos
Pesca local	Redução da biodiversidade; contaminação dos peixes; prejuízo econômico
Lazer e turismo	Degradação visual e mau cheiro; proibição de banho e navegação
Comunidades ribeirinhas	Aumento de doenças; perda de recursos pesqueiros e agrícolas.

Fonte: Autores

3.6 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E NORMAS APLICÁVEIS

A legislação ambiental desempenha um papel essencial na proteção dos recursos naturais e na promoção do desenvolvimento sustentável. No contexto da poluição hídrica, especialmente em rios, as leis e normas técnicas estabelecem diretrizes para o gerenciamento adequado dos resíduos, o controle de emissões e a responsabilidade compartilhada entre o poder público, as empresas e a sociedade.

Neste tópico, são apresentadas as principais políticas públicas, legislações e normas aplicáveis ao meio ambiente e à gestão de resíduos sólidos, bem como as ações governamentais que visam combater o descarte irregular e preservar a qualidade das águas.

3.6.1 Políticas públicas e leis ambientais

No Brasil atualmente, temos leis e normas a serem seguidas sobre o meio ambiente, fauna e flora que infelizmente muitas vezes não são respeitadas e levadas a sério.

Este desrespeito humano é o causador dos problemas ambientais causados no mundo todo, a gestão correta inteira está baseada e fundamentada em legislações que buscam a proteção do meio ambiente e também a saúde pública. dentre essas leis e políticas nacionais estão:

1. Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Esta política fala sobre o gerenciamento ambiental de resíduos em território nacional, ela abrange os seguintes materiais: da saúde, da construção civil, mineração, urbanos, domiciliares, industriais, saneamento público, contendo exceção os materiais de radioatividade (TERA AMBIENTAL, 2025).

2. Lei nº 6.938/1981 - Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)

Tem o foco principal garantir a preservação, recuperar e melhorar a qualidade ambiental, concedendo o desenvolvimento socioeconômico, segurança nacional e a dignidade humana (TERA AMBIENTAL, 2025).

3. Lei nº 12.187/2009 - Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

Garante que o desenvolvimento social e econômico contribua com a proteção do sistema climático global. Busca a todo momento estimular a adoção de tecnologias de baixa emissão, reduzir a emissão de gases que causam o efeito estufa e promover padrões sustentáveis de produção e consumo (TERA AMBIENTAL, 2025).

4. Lei nº 9.433/1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

Sustenta que a água é um bem de toda a população, que a aprovação para o uso depende do poder público, assim, nomeada de Outorga.

Outorga é o direito de usufruir dessa água por um período específico e para uma finalidade específica e em condições rigorosas, não sendo aplicada para todo e qualquer consumo de água (TERA AMBIENTAL, 2025).

5. ABNT NBR 10004:2004 — Resíduos sólidos – Classificação

Define parâmetros para identificar e classificar os resíduos sólidos de acordo com o nível de risco que representam ao meio ambiente e à saúde humana, orientando seu gerenciamento de forma ambientalmente segura e adequada (ABNT, 2004).

6. ABNT NBR 12810:1993 — Coleta de resíduos sólidos domiciliares

Estabelece os requisitos técnicos básicos que devem ser seguidos para a realização da coleta e do transporte adequado dos resíduos sólidos resultante de residências (ABNT, 1993).

7. ABNT NBR 13896:1997 — Armazenamento de resíduos sólidos urbanos

Orienta sobre as condições adequadas para o armazenamento temporário de resíduos, indicando especificações para os recipientes e a infraestrutura em áreas públicas ou privadas (ABNT, 1997).

8. ABNT NBR ISO 14001:2015 — Sistema de gestão ambiental

Estabelece acordos para a gestão ambiental, com foco em ações sustentáveis e metas claras, sendo uma referência útil para alinhar o sistema automatizado às boas práticas ambientais (ABNT, 2015).

9. ABNT NBR ISO 14040:2009 — Avaliação do ciclo de vida

Apresenta orientações para analisar o ciclo de vida de produtos e processos, considerando seus impactos ambientais (ABNT, 2009).

10. ABNT NBR 16149:2013 — Resíduos sólidos — Gerenciamento de resíduos recicláveis secos

Define orientações para o manejo adequado de materiais recicláveis, contribuindo diretamente para o reaproveitamento dos resíduos coletados pelo sistema (ABNT, 2013).

11. CONAMA – Resolução nº 275/2001

Estabelece um padrão de cores para identificar os diferentes tipos de resíduos recicláveis na coleta seletiva (CONAMA, 2001).

12. Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Estabelece diretrizes para o gerenciamento integrado e sustentável dos resíduos sólidos no Brasil, com foco na redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada. Também define responsabilidades compartilhadas entre governo, empresas e cidadãos.

3.6.2 Ações governamentais para Combater Descarte em Rios

Diversas ações políticas que buscam combater o descarte irregular de resíduos em rios vêm sendo implementadas em nosso país, dentro delas são:

- Programa de Despoluição e Recuperação de Rios: Iniciativas como o projeto Tietê localizado em São paulo, e o programa de revitalização do rio são francisco visam a coleta de diversos materiais, o tratamento de esgoto e a revitalização da vegetação ciliar (São Paulo, Estado).
- A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada pela Lei nº 12.305/2010, tem como objetivo garantir o gerenciamento eficiente dos resíduos no país. Ela determina que o governo, as empresas e a sociedade compartilhem a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos. A política também promove ações como a separação correta do lixo (coleta seletiva), o retorno de produtos e embalagens ao fabricante e o descarte seguro e ambientalmente responsável dos resíduos.
- Fiscalização e Multas Ambientais: Instituições como o IBAMA e os órgãos ambientais estaduais atuam na inspeção e monitoramento de atividades que possam causar danos ao meio ambiente. Essas entidades aplicam penalidades a infrações ambientais e exigem a obtenção de licenciamento ambiental para construções e atividades situadas nas proximidades de rios, com o objetivo de prevenir a poluição e proteger os recursos hídricos.

3.7 PRÁTICA DE MANEJOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O manejo correto dos resíduos sólidos é essencial para reduzir impactos ambientais e preservar os recursos naturais. A aplicação de práticas adequadas, como a reciclagem, contribui para a diminuição da poluição, melhora da qualidade da água e fortalecimento da sustentabilidade ambiental.

3.7.1 Conceito de Resíduos Sólidos e sua Gestão

Resíduos sólidos são materiais descartados em atividades humanas em estado sólido ou semissólido, eles vêm de residências, indústrias, comércios, hospitais e diversos outros locais. De acordo com a Lei nº 12.305/2010, a gestão de resíduos sólidos envolve o conjunto de ações voltadas para o manejo adequado, incluindo etapas como coleta, transporte, tratamento e disposição final ambientalmente correta. Uma gestão eficaz contribui para a mitigação dos impactos ambientais e para o uso racional dos recursos naturais (PLANALTO, BRASIL, 2025).

3.7.2 Processo, Benefícios Ambientais, Econômicos e Sociais da Reciclagem.

A reciclagem é uma transformação de resíduos em novos produtos ou matéria-prima, reduzindo a demanda por recursos virgens. Seus benefícios são de grande importância para o meio ambiente, dentre eles estão:

- Ambientais:

Redução da poluição do solo, da água e do ar; diminui também a pressão sobre aterros sanitários e menor contaminação de corpos hídricos, causados por resíduos sólidos.

- Econômicos:

Geração de emprego e renda por meio da indústria da reciclagem; diminuição de custos com limpeza urbana e gestão de resíduos.

- Sociais:

Inclusão de Trabalhos que envolvem os materiais recicláveis e fortalecimento da economia circular.

A reciclagem reduz o descarte inadequado em rios e córregos, pois reutiliza o que poderia ter seu destino em um rio, assim, contribuindo diretamente para a preservação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.

3.8 TECNOLOGIAS E PRÁTICAS DE RECICLAGEM

A aplicação de tecnologias e práticas de reciclagem é essencial para reduzir o volume de resíduos descartados de forma incorreta e promover a sustentabilidade ambiental. Essas ações permitem o reaproveitamento de materiais, a economia de recursos naturais e a diminuição dos impactos causados pela poluição. A seguir, são apresentadas algumas das principais práticas e processos relacionados à reciclagem.

3.8.1 Métodos de Coleta Seletiva

A coleta seletiva é basicamente a separação e recolhimento de resíduos recicláveis (papel, plástico, metal, vidro) em sua origem. Pode ser realizada diretamente nas casas, por pontos de entrega voluntária (PEVs) ou cooperativas. É essencial para garantir a qualidade do material reciclável e facilitar seu reaproveitamento.

3.8.2 Triagem

A triagem é onde é feito o processo de separação e classificação dos resíduos recicláveis por tipo e qualidade. Geralmente é feita por cooperativas de reciclagens ou em centrais de triagem mecanizadas, essa etapa é fundamental para a eficiência da reciclagem e a geração de renda em cima desses materiais.

3.8.3 Compostagem

A compostagem é um processo biológico de decomposição de resíduos orgânicos (restos de alimentos e resíduos vegetais), resultando em um composto muito rico em nutrientes que pode ser utilizado como adubo. Ele reduz significativamente a quantidade de resíduos enviados a aterros e evita que a matéria orgânica vá parar dentro dos rios, onde poderia causar contaminação e proliferação de organismos indesejados.

3.8.4 Reciclagem Mecânica

A reciclagem mecânica é o principal processo aplicado aos plásticos e envolve a trituração, lavagem, secagem e reprocessamento dos resíduos para a fabricação de novos produtos, assim, um material é usado novamente podendo ser destinado a mesma função ou em algo diferente. É amplamente utilizada devido ao seu baixo custo e por permitir o reaproveitamento de grande parte dos plásticos consumidos.

3.9 INICIATIVAS E PROJETOS DE COMBATE A POLUIÇÃO EM RIOS

A poluição hídrica é um desafio ambiental de grande relevância, afetando ecossistemas aquáticos, a fauna e a flora, além de comprometer a qualidade da água disponível para consumo humano e atividades econômicas. Para enfrentar esse problema, é necessário combinar conscientização social, políticas públicas e soluções tecnológicas que promovam a redução do descarte inadequado de resíduos nos rios. Diversas iniciativas e projetos têm sido desenvolvidos com o objetivo de minimizar a contaminação das águas, integrando educação ambiental, participação comunitária e inovação tecnológica.

3.9.1. Iniciativas conscientes bem-sucedidas:

Diversas iniciativas têm sido desenvolvidas e aprimoradas com o completo objetivo de combater a poluição, proporcionando uma conscientização para as pessoas sobre este tema que é de extrema importância obter um conhecimento maior sobre, pois só assim conseguiremos reduzir drasticamente os níveis de contaminação das águas. Projetos como o The Ocean Cleanup ajudam a combater e mostrar a realidade para as pessoas, este projeto funciona utilizando sistemas de barreiras flutuantes para capturar plástico nos oceanos e interceptores para recolher os detritos em rios, antes que eles cheguem até o mar. As barreiras aproveitam as correntes oceânicas para concentrar os materiais, que são retirados e encaminhados para reciclagem ou descarte adequado.

Iniciativas comunitárias como a Ocean Conservancy que é um evento anual que junta milhões de voluntários ao redor do mundo para limpar praias, oceanos, rios e lagos. Surfrider Foundation que também realiza campanhas de limpeza em praias, campanhas de advocacia para políticas de redução de plástico e programas educacionais para sensibilizar a comunidade sobre a importância da conservação marinha. Plastic Free July que no mês de julho, incentiva as pessoas a diminuírem o consumo de plástico para assim elevar a conscientização sobre a poluição por plásticos e encorajar práticas de consumo sustentáveis. ambas foram criadas e funcionam para o mesmo propósito, lutar contra a poluição em mares, praias, rios, lagos e etc. (123ecos, 2025)

3.9.2. Tecnologias de limpeza de rio

Nos dias atuais, existem tecnologias que são desenvolvidas especificamente para coletar e retirar materiais, resíduos sólidos, microplásticos e outros diversos tipos de poluentes contidos nas águas dos rios, dentre elas estão:

- Seabin Project - Esta inovação é projetada para combater a poluição dos oceanos, ele é um coletor de lixo flutuante que funciona acionando uma hélice que cria um vácuo e suga o lixo para dentro de um filtro, onde os resíduos ficam retidos. O dispositivo tem uma ótima compatibilidade com diversos ambientes como lagos, marinas, portos e rios. (123ecos, 2025)
- WasteShark - Esta invenção é um drone aquático autônomo desenvolvido pela empresa holandesa RanMarine e tem como objetivo coletar resíduos plásticos presentes nas águas, contribuindo para a preservação dos ecossistemas marinhos. o sistema é controlado por um software de inteligência artificial, usa sensores para detectar o resíduo e depois o coleta. pode ser usado em rios, canais, lagos, mares e águas costeiras. (123ecos, 2025)

3.9.3. Esteiras

As esteiras transportadoras são componentes essenciais em sistemas de coleta automatizada de resíduos sólidos flutuantes. Elas atuam no transporte dos resíduos retidos por barreiras de contenção ou braços mecânicos até compartimentos de armazenamento, otimizando a limpeza de rios ao reduzir a intervenção humana e permitir uma coleta mais rápida e eficiente.

Essas esteiras são amplamente utilizadas em tecnologias voltadas para o controle da poluição hídrica, como é o caso do projeto The Ocean Cleanup (SLAT, 2013), onde uma esteira central recolhe automaticamente os resíduos trazidos pelas barreiras flutuantes e os direciona para áreas internas da embarcação, onde ficam armazenados até a remoção completa.

3.9.3.1 Tipos de Esteiras

As esteiras utilizadas em ambientes aquáticos podem variar de acordo com sua estrutura, função e mobilidade. Os principais tipos são:

- Esteiras fixas: Instaladas de forma permanente em margens de rios ou plataformas flutuantes ancoradas. São mais indicadas para locais com grande acúmulo de resíduos e funcionamento contínuo. Geralmente são fabricadas com materiais resistentes à umidade e à corrosão, como aço inoxidável ou plástico reforçado.
 - Esteiras móveis: Montadas em embarcações ou estruturas flutuantes móveis, permitem a locomoção para diferentes pontos de coleta ao longo do rio. São úteis em regiões com acúmulo sazonal de lixo ou em operações temporárias.
 - Esteiras modulares articuladas: Compostas por segmentos móveis, adaptam-se ao relevo do leito do rio e ao fluxo da água. Esse tipo facilita a coleta em ambientes com correnteza forte ou variações no nível da água.
- (Silva e Oliveira, 2021)

3.9.3.2 Vantagens do Uso de Esteiras

O uso de esteiras no sistema de coleta de resíduos flutuantes apresenta diversas vantagens:

- Redução da necessidade de mão de obra direta;
- Aumento da capacidade de coleta em menor tempo;
- Integração com sensores e alimentação por energia solar;
- Operação contínua, mesmo em condições climáticas ou ambientais desfavoráveis.

No projeto proposto, a esteira será responsável por transportar os resíduos desde a barreira de contenção até um recipiente vazado, onde a água pode ser drenada e os resíduos ficam armazenados para posterior triagem e descarte adequado. Seu funcionamento será semiautomático, controlado por sensores que otimizam a ativação do sistema conforme o volume de resíduos acumulado.

4. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido com foco na redução da poluição hídrica, utilizando barreiras de contenção, esteira transportadora, sensores, recipiente vazado para armazenamento temporário e energia solar para alimentação elétrica.

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa apresenta abordagem quali-quantitativa, será utilizada a análise qualitativa dos pontos ambientais e construtivos do sistema, assim como a coleta e análise de dados quantitativos referentes ao desempenho do protótipo.

Os objetivos trata-se de uma pesquisa aplicada e descritiva, pois visa desenvolver uma solução prática para um problema real que é a poluição hídrica e descrever suas características, funcionamento e resultados obtidos.

4.2 PROCEDIMENTOS E ETAPAS PREVISTAS

O desenvolvimento será dividido nas seguintes etapas:

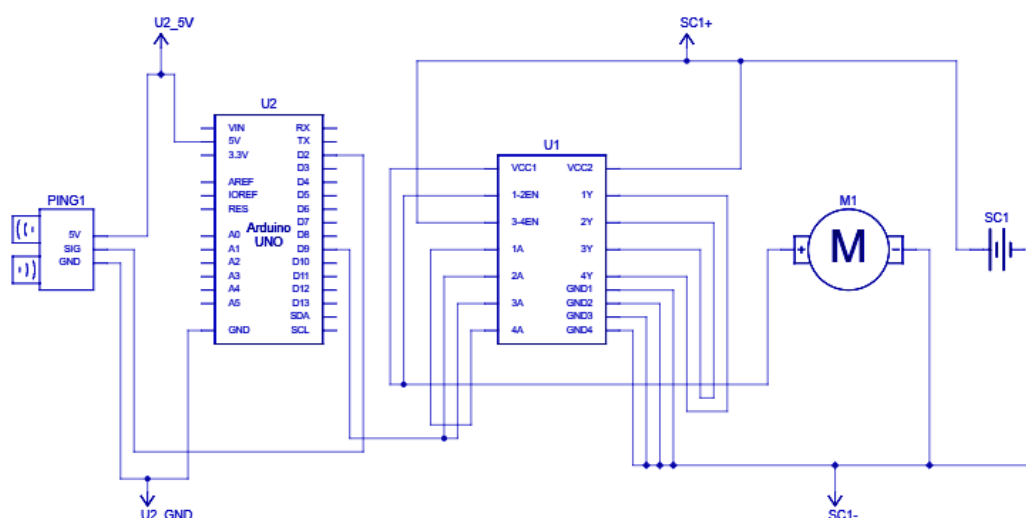
- Revisão bibliográfica – Levantamento de informações sobre poluição hídrica, ecobarreiras, tecnologias de coleta de resíduos flutuantes e sistemas movidos a energia solar.
- Definição dos requisitos do sistema – Determinação das dimensões, materiais, capacidade de coleta e autonomia de funcionamento.
- Projeto técnico – Elaboração dos desenhos e definição do esquema elétrico, incluindo sensores, esteira transportadora e sistema de alimentação solar.
- Construção do protótipo – Montagem da estrutura, instalação da barreira flutuante, do sistema de transporte de resíduos e dos componentes eletrônicos.
- Testes em ambiente controlado – Avaliação inicial de funcionamento em tanque, verificando desempenho da coleta, resposta dos sensores e consumo de energia.
- Ajustes e melhorias – Correções técnicas com base nos resultados iniciais.

- Testes em ambiente real – Implementação do protótipo em trecho de rio selecionado, monitorando eficiência e resistência do sistema.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

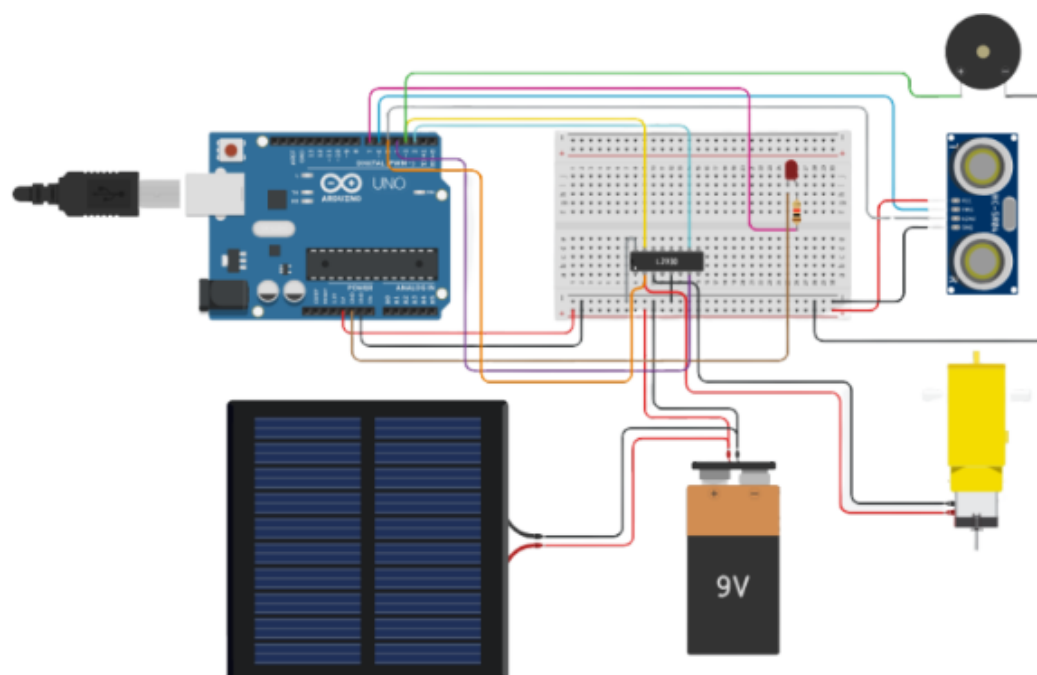
Na Figura 3 está apresentado o esquema elétrico do projeto, demonstrando a integração entre o Arduino, o driver de controle do motor e a fonte de alimentação. Já na Figura 4 observa-se a montagem prática do circuito, evidenciando o funcionamento do sistema composto pela placa solar, que fornece energia para o motor da esteira, e pelo Arduino, responsável pelo controle do sensor e da automação do dispositivo.

Figura 3 : Esquema elétrico do sistema automatizado.



Fonte: Autores

Figura 4 : Montagem prática do circuito eletrônico.

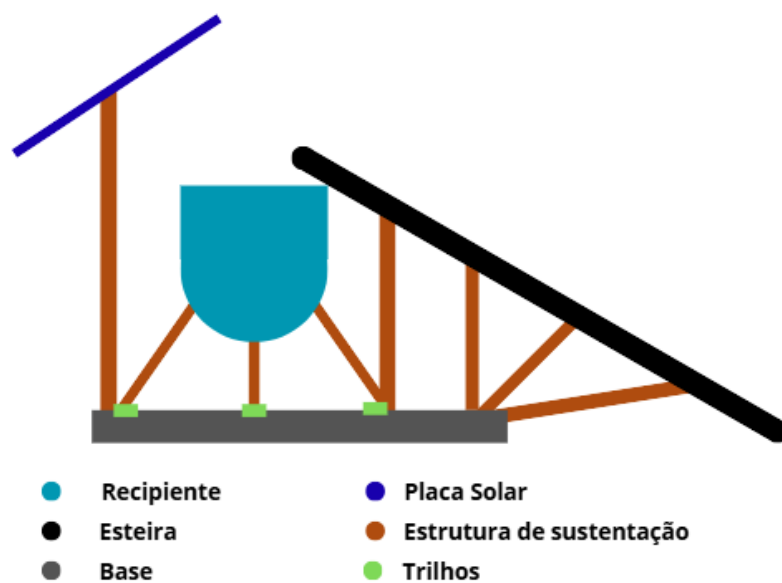


Fonte: Autores

4.5 DESENHO DO PROTÓTIPO

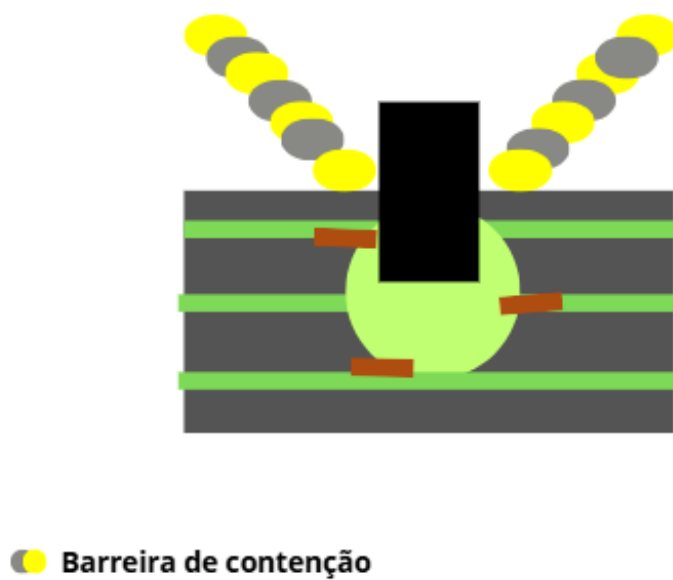
Nas figuras 6 e 7, é demonstrado esboço do protótipo do projeto, com estrutura de metal para fazer o suporte dos equipamentos, esteira para fazer o transporte dos resíduos, recipiente para armazenar os mesmos, boias de contenção para direcioná-los , placa solar para energização do projeto e base para acomodar todos os componentes.

Figura 6 : Vista lateral esquerda do rascunho do protótipo.



Fonte: Autores.

Figura 7 : Vista superior do rascunho do protótipo.



Fonte: Autores.

5. CRONOGRAMA

Quadro 3: Cronograma.

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X								
Levantamento de literatura científica	X								
Introdução		X							
Tema			X						
Problema			X						
Objetivos			X						
Justificativa			X						
Estado da Arte				X					
Fundamentação teórica					X				
Metodologia						X			
Cronograma						X			
Recursos						X			
Resultados esperados						X			
Referências	X	X	X	X	X	X	X		
Avaliação do CRC								X	
Produção do Banner								X	
27ª Exposchmidt									X

6. RECURSOS

Para o desenvolvimento do protótipo do sistema semiautomático de coleta de resíduos flutuantes, foram utilizados diversos materiais e componentes eletrônicos que garantem o funcionamento adequado do projeto. A seguir, no Quadro 4, estão descritos os recursos empregados, incluindo seus respectivos valores unitários, quantidades, custos totais, fontes de aquisição e datas de compra.

Quadro 4: Recursos.

Material	Valor unitário	Quant.	Valor total	Fonte	Data
Placa Compatível Arduino Uno R3 Atmega328 Smd + Cabo E Pinos	R\$36,99	1	R\$36,99	Mercado Livre	04/09/25
Mini Painel Placa Energia Solar Fotovoltaica 12v 3w 250ma	R\$51,33	1	R\$51,22	Mercado Livre	04/09/25
2x Roda + Pneu + Motor Dc 3 A 6v C/ Redução Robotica Arduino	R\$29,99	1	R\$29,99	Mercado Livre	04/09/25
Driver Motor Ponte H Dupla L298n Controladora Driver L298	R\$29,90	1	R\$29,90	Mercado Livre	04/09/25
Kit 2 Baterias Recarregável 9 Volts Knup 9v 450mah Original	R\$39,99	1	R\$39,99	Mercado livre	04/09/25
Protoboard 830 Furos / Breadboard 830 Pontos	R\$19	1	R\$19	Mercado livre	04/09/25
Kit Cabo Jumper Macho Macho + Macho Femea + Femea Femea 120x	R\$28,89	1	R\$28,89	Mercado livre	04/09/25

50 Un. 5 Cores Led 5mm Alto Brilho +termo + Resistor 5v 12v	R\$22,52	1	R\$22,52	Mercado livre	04/09/25
Módulo Sensor Ultra Sônico Distância Hc-sr04	R\$15,04	1	R\$15,04	Mercado Livre	04/09/25
6x Buzzer Passivo 5vdc Alarme Sinal Sonoro - Roxo	R\$23,56	1	R\$23,56	Mercado Livre	04/09/25
Boia Isopor Pesca Nº 4 - Pacote Com 100	R\$29,90	1	R\$29,90	Mercado Livre	04/09/25
Linha Pesca Premium Branca Nylon 0.20mm X 100mts dourado	R\$9,88	1	R\$9,88	Mercado Livre	04/09/25
Kit 10 Torneira Boia Para Bebedouro Automático - Cipla	R\$69,90	1	R\$69,90	Mercado Livre	04/09/25
Chapa Madeira Mdf Cru 60x60 Recorte Placa 15mm	R\$47,90	1	R\$47,90	Mercado Livre	04/09/25
Porta Escova Dentes Viagem Estojo Com Alça Fosco Premium Cor Preto	R\$19	1	R\$19	Mercado Livre	04/09/25
Barra Redonda Trefilada Inox 304 Ø 10mm X 50cm	R\$36,99	2	R\$36,99	Mercado Livre	04/09/25
Valor final: R\$510,67					

7. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o desenvolvimento desse projeto possibilite o funcionamento de um sistema semi automático eficiente para captação de resíduos sólidos e flutuantes presentes nos rios, o resultado esperado é obter um protótipo funcional capaz de auxiliar no combate a poluição hídrica, promovendo assim maior eficiência na coleta e, conseqüentemente, reduzindo o impacto ambiental causado diante de um cenário de qacumulo de resíduos.

A expectativa é que essa pesquisa contribua significativamente o cotidiano das pessoas, com soluções tecnológicas para serem aplicadas em grande escala, agregando positivamente iniciativas de preservação ambiental. Os resultados obtidos poderão servir de base para novos estudos futuros, incentivando pesquisas voltadas para a área da sustentabilidade e engenharia ambiental.

REFERÊNCIAS

AMBSIENCE. *Urbanização brasileira: principais desafios ambientais*. [S. l.], 2025.

Disponível em:

<https://ambscience.com/urbanizacao-brasileira-principais-desafios-ambientais/>.

Acesso em: 14 maio 2025.

BRASIL. *Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em:

14 maio 2025.

BRASIL ESCOLA. *Poluição hídrica*. [S. l.], 2025. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/poluicao-hidrica.htm>. Acesso em: 14 maio

2025.

FRONTIERS. *Source-to-sea approach can curb the threat of plastic pollution*.

Frontiers in Environmental Science, Lausanne, 2022. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.827289/full>. Acesso em: 14

maio 2025.

HENDRIKS, Lyndsey; EGGER, Matias; MITRANO, Denise M. Investigando padrões de distribuição de metais em plásticos intocados e intemperizados pelo oceano usando LA-ICP-TOFMS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, v. 40, p. 2841–2856, 2025. DOI: 10.1039/D5JA00223K.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Fiscalização*. Brasília, DF: IBAMA, 2025. Disponível em:

<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao>. Acesso em: 14 maio 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento 2022*. São Paulo: Instituto

Trata Brasil, 2022. Disponível em:

<https://www.tratabrasil.org.br/instituto-trata-brasil-divulga-o-ranking-do-saneamento-2022-no-dia-mundial-da-agua>. Acesso em: 22 maio 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Educação ambiental*. Brasília, DF: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/educacao-ambiental>.

Acesso em: 22 maio 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Portal do Ministério do Meio Ambiente*.

Brasília, DF: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Portal ONU Brasil*. Brasília, DF: ONU, 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 16 jun. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Relatório sobre poluição plástica alerta sobre falsas soluções e pede ação global urgente*. Brasília, DF: ONU, 2022. Disponível em:

<https://brasil.un.org/pt-br/152553-relatorio-sobre-poluicao-plastica-alerta-sobre-falsas-solucoes-e-pede-acao-global-urgente>. Acesso em: 14 jul. 2025.

NAÇÕES UNIDAS MALÁSIA. *Solutions to plastic pollution*. Kuala Lumpur: ONU Malásia, 2022. Disponível em:

https://malaysia.un.org/sites/default/files/2022-02/POLSOLSum_1.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

O GLOBO. Investimento de longo prazo une cidades que universalizaram saneamento; veja os melhores e piores municípios no quesito. *O Globo*, Rio de Janeiro, 20 mar. 2024. Disponível em:

<https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/03/20/investimento-de-longo-prazo-une-cidades-que-universalizaram-saneamento-veja-os-melhores-e-piores-municipios-no-quesito.ghtml>. Acesso em: 22 jul. 2025.

PACTO GLOBAL. *Blue Keepers*. São Paulo: Pacto Global Rede Brasil, 2025.
Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/blue-keepers/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). *Abordagem da fonte ao mar pode conter ameaça da poluição plástica*. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/abordagem-da-fonte-a-o-mar-pode-conter-ameaca-da-poluicao-plastica>. Acesso em: 5 ago. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). *Relatório Anual 2023*. Nairobi: UNEP, 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/annualreport/pt-br/2023>. Acesso em: 5 ago. 2025.

PROJETO TAMAR. *Ações do Projeto Tamar*. Brasília, DF: Projeto Tamar, 2025.
Disponível em: <https://tamar.org.br/interna.php?cod=108>. Acesso em: 14 maio 2025.

PROJETO TAMAR. *Impactos do lixo marinho*. Brasília, DF: Projeto Tamar, 2025.
Disponível em: <https://tamar.org.br/interna.php?cod=315>. Acesso em: 14 maio 2025.

SABESP. *Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo*. São Paulo: SABESP, 2025. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br>. Acesso em: 7 ago. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. *Eutrofização*. São Paulo: SEMIL, 2025. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/eutrofizacao>. Acesso em: 14 maio 2025.

SUSTENERE. *Revista Interdisciplinar de Ciências Ambientais – artigo 6205*. [S. l.]: Sustenere Publishing, 2025. Disponível em:

<https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6205>. Acesso em: 14 maio 2025.

TERA AMBIENTAL. *Legislação ambiental: políticas de preservação do meio ambiente*. Campinas: Tera Ambiental, 2025. Disponível em:

<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/legislacao-ambiental-politica-s-preservacao-meio-ambiente>. Acesso em: 14 maio 2025.

THE OCEAN CLEANUP. *The Ocean Cleanup Project*. Rotterdam: The Ocean Cleanup Foundation, 2025. Disponível em: <https://theoceancleanup.com/>. Acesso em: 14 maio 2025.

UENO, Alessandra. Existem mais de 80 milhões de toneladas de plástico no mar, mas o total de resíduos é ainda maior. *Jornal da USP*, São Paulo, 18 out. 2023.

Disponível em:

<https://jornal.usp.br/radio-usp/existem-mais-de-80-milhoes-de-toneladas-de-plastico-no-mar-mas-o-total-de-residuos-e-ainda-maior/>. Acesso em: 14 maio 2025.

123ECOS. *O Seabin: uma solução inovadora para a poluição marinha*. São Paulo: 123Ecos, 2025. Disponível em:

<https://123ecos.com.br/docs/o-seabin-uma-solucao-inovadora-para-a-poluicao-marinha/>. Acesso em: 14 maio 2025.

123ECOS. *Robô WasteShark*. São Paulo: 123Ecos, 2025. Disponível em:

<https://123ecos.com.br/docs/robo-wasteshark/>. Acesso em: 14 maio 2025.