



PGIRS[•]AT

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

Produto 4.1 - Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos
Sólidos nos Recursos Hídricos

Julho/2023



PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ PGIRS-AT

Produto 4.1 - Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos
Sólidos nos Recursos Hídricos

CONTRATANTE:

ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



De Curitiba/PR para São Paulo/SP
Julho/2023

APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

Coordenação Geral

Helder Rafael Nocko | *Engenheiro Ambiental, MSc.*

Coordenador Executivo

André Luciano Malheiros | *Engenheiro Civil, Dr.*

Equipe Técnica

<i>Annelise Nairne Schamne</i>	<i>Consultora em Resíduos Sólidos</i>
<i>Daniel Thá</i>	<i>Economista, MSc.</i>
<i>Daniele Delgado</i>	<i>Analista Ambiental</i>
<i>Diana Maria Cancelli</i>	<i>Engenheira Ambiental, Dra.</i>
<i>Dóris Regina Falcade Pereira</i>	<i>Analista Ambiental</i>
<i>Fabiane Baran Cárgano</i>	<i>Socióloga, MSc.</i>
<i>Fernanda Muzzolon Padilha</i>	<i>Engenheira Ambiental, Esp.</i>
<i>Karin Kässmayer</i>	<i>Advogada, Dra.</i>
<i>Larissa dos Santos Silva</i>	<i>Geógrafa, Esp.</i>
<i>Lucimara Ribas Frederico</i>	<i>Analista Ambiental</i>
<i>Luiz Guilherme Grein Vieira</i>	<i>Engenheiro Ambiental, MSc.</i>
<i>Márcio A. F. Grochocki</i>	<i>Geógrafo</i>
<i>Maria Alice Cordeiro Soares</i>	<i>Engenheira Civil, Esp.</i>
<i>Maria Alice Syring Moraes</i>	<i>Analista Ambiental</i>
<i>Michel Xocaira Pires</i>	<i>Administrador, Dr.</i>
<i>Mirna Luiza Cortopassi Lobo</i>	<i>Arquiteta, Dra.</i>
<i>Paulo Henrique Costa</i>	<i>Geógrafo, Esp.</i>
<i>Roberta Gregório</i>	<i>Engenheira Ambiental, Esp.</i>
<i>Vicente Nadal Neto</i>	<i>Engenheiro Civil</i>
<i>Vinicius Raghianti</i>	<i>Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Esp.</i>
<i>Tiago Aparecido Perez Vieira</i>	<i>Consultor em Resíduos Sólidos</i>

Equipe de Apoio

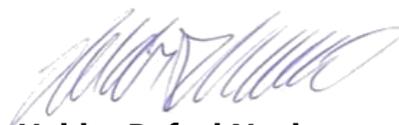
<i>Bruna Silva</i>	<i>Acadêmica de Ciências Biológicas</i>
<i>Daniela Lopes</i>	<i>Auxiliar Administrativo</i>
<i>Gabriela da Silveira Müller</i>	<i>Acadêmica de Engenharia Ambiental</i>
<i>Romildo Macario</i>	<i>Administrador</i>

03	19/07/2023	Revisão após reunião técnica com a FABHAT	HRN
02	05/07/2023	Revisão após reuniões técnicas com DAEE e GAT	HRN
01	05/06/2023	Revisão conforme ajustes FABHAT e GAT	HRN
Revisão	Data	Descrição Breve	Ass. de Aprov.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ- PGIRS-AT			
Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos Sólidos nos Recursos Hídricos			
Elaborado por: Equipe Técnica da EnvEx		Supervisionado por: Helder Rafael Nocko	
Aprovado por: Helder Rafael Nocko	Revisão	Finalidade	Data
	00	03	19/07/2023
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
		EnvEx Engenharia e Consultoria Rua Doutor Jorge Meyer Filho, 93 – Jardim Botânico CEP 80.210-190 Curitiba – PR Tel: (41)3053-3487 envex@envexengenharia.com.br www.envexengenharia.com.br	

APRESENTAÇÃO

Apresentamos à Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) o Produto 4.1 – Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos Sólidos nos Recursos Hídricos, referente ao Instrumento Contratual nº 001/2023, para a elaboração do **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Bacia do Alto Tietê (PGIRS-AT)**, em conformidade com o Processo Licitatório nº 002/2022.



Helder Rafael Nocko

Engenheiro Ambiental, Msc.
Coordenador Geral

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
3.	METODOLOGIA.....	17
3.1.	Levantamento de dados preliminares.....	17
3.2.	Critérios de elegibilidade para definição das sub-bacias representativas.....	18
3.3.	Diagnóstico	20
4.	RESULTADOS.....	21
4.1.	Hierarquização	26
4.2.	Avaliação <i>in loco</i> das sub-bacias.....	29
4.3.	Definição das sub-bacias representativas.....	56
5.	IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DAS BARREIRAS FLUTUANTES.....	59
6.	DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DO MUNICÍPIO ONDE ESTÃO INSERIDAS AS SUB-BACIAS SELECIONADAS	68
6.1.	Sub-bacia Córrego Jaguaré (P2).....	73
6.2.	Sub-bacia Córrego Novo Mundo (T3).....	79
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS	86
	ANEXO I - PROJETO DE BARREIRA FLUTUANTE PARA O CÓRREGO JAGUARÉ ..	90
	ANEXO II - PROJETO DE BARREIRA FLUTUANTE PARA O CÓRREGO NOVO MUNDO	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de elaboração do PGIRS-AT.....	13
Figura 2: Fase inicial da etapa de investigação do aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos da BHAT.....	17
Figura 3: Sub-bacias pré-selecionadas.....	22
Figura 4: Delimitação da sub-bacia P1 em Itapecerica da Serra.....	30
Figura 5: Área do exutório da sub-bacia P1.....	31
Figura 6: Canalização criada para formação da via de acesso à EEE Jacira da SABESP.	31
Figura 7: Entorno da área do exutório da sub-bacia P1.	32
Figura 8: Resíduos presentes nas margens do curso hídrico.....	33
Figura 9: Resíduos presentes no curso hídrico e na estrutura de canalização no ponto de confluência.	33
Figura 10: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN presente na sub-bacia P1.....	34
Figura 11: Delimitação da sub-bacia P3 em Taboão da Serra.....	35
Figura 12: Imagens do ponto do exutório na sub-bacia P3.....	36
Figura 13: Delimitação da sub-bacia do Córrego Ponte Baixa (P4) em São Paulo.	38
Figura 14: Imagens da tentativa de visita ao exutório da sub-bacia P4.....	39
Figura 15: Delimitação da sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2) em São Paulo.	40
Figura 16: Imagens do ponto do exutório na sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2).	41
Figura 17: Resíduos presentes ao longo do curso hídrico Córrego Jaguaré.....	42
Figura 18: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Guaracau (T2) em Guarulhos.....	44
Figura 19: Imagens do curso hídrico próximo ao exutório da sub-bacia T2.....	45
Figura 20: Presença de vegetação, sedimentos e estruturas do muro nas margens do rio.	46
Figura 21: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Botina (T4) em Guarulhos.....	47
Figura 22: Imagens das imediações do exutório do Córrego Botina, sub-bacia T4....	48

Figura 23: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN presente na sub-bacia do Córrego Botina.....	49
Figura 24: Delimitação da Sub-bacia Córrego Vila Romanópolis (T1) em Ferraz de Vasconcelos.....	50
Figura 25: Imagens do ponto do exutório da sub-bacia T1.....	51
Figura 26: Resíduos presos à estrutura de canalização.....	51
Figura 27: Aviso de área sujeita a alagamento no exutório da sub-bacia T1.	52
Figura 28: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Novo Mundo (T3) em São Paulo....	53
Figura 29: Imagens da área do exutório na Sub-bacia do Córrego Novo Mundo (T3).	54
Figura 30: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN existente na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.....	55
Figura 31: Visão geral do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Jaguaré.	59
Figura 32: Visão aproximada do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Jaguaré.....	60
Figura 33: Visão geral do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.	61
Figura 34: Visão aproximada do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.	62
Figura 35: Módulo da barreira flutuante formado pela grade e conjunto de flutuadores.	63
Figura 36: Barreira flutuante em fase de testes.....	63
Figura 37: Visão lateral, superior e frontal da barreira flutuante a ser instalada na sub-bacia do Córrego Jaguaré em São Paulo/SP.....	65
Figura 38: Visão lateral, superior e frontal da barreira flutuante a ser instalada na sub-bacia do Córrego Novo Mundo em São Paulo/SP.	66
Figura 39: Processo geral de amostragem de resíduos sólidos coletados nas barreiras flutuantes.	67
Figura 40: Localização das estações pluviométricas e fluviométricas em relação à sub-bacia do Córrego Jaguaré.....	76

Figura 41: Localização das estações pluviométricas e fluviométricas em relação à sub-bacia do Córrego Novo Mundo.....	82
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados das sub-bacias da área de drenagem do rio Pinheiros.....	24
Tabela 2: Dados das sub-bacias da área de drenagem do rio Tietê.	25
Tabela 3: Uso do solo nas sub-bacias pré-selecionadas.	27
Tabela 4: Resultado da hierarquização das sub-bacias antes da avaliação in loco.	29
Tabela 5: Pontos positivos e negativos em relação às sub-bacias aptas para instalação das barreiras flutuantes nas áreas de drenagem do rio Tietê e Pinheiros.	57
Tabela 6: Dados demográficos de São Paulo.	68
Tabela 7: Balanço (atração - produção) de motivos de viagens no destino (P2).	70
Tabela 8: Balanço (atração - produção) de motivos de viagens no destino (T3).....	70
Tabela 9: Dados do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário de São Paulo.	71
Tabela 10: Dados dos resíduos sólidos de São Paulo.....	72
Tabela 11: Estações com dados pluviométricos e fluviométricos nas proximidades da sub-bacia do Córrego Jaguaré.....	75
Tabela 12: Estações com dados pluviométricos e fluviométricos nas proximidades da sub-bacia do Córrego Novo Mundo.....	81

1. INTRODUÇÃO

A crescente produção de resíduos sólidos, concentrada no meio urbano, pode trazer consequências negativas para as infraestruturas urbanas quando não há oferta de serviços públicos e/ou privados de gerenciamento de resíduos, particularmente aos sistemas de drenagem urbana, corroborando para a formação de eventos de alagamento, resultando em perdas ambientais, sociais e econômicas.

Neste sentido, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) veio para regulamentar a destinação final dos resíduos sólidos produzidos, agindo como um marco regulatório que reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes sob os quais a integração entre os agentes públicos envolvidos, principalmente, os municípios, deverão seguir (BRASIL, 2010).

Adicionalmente, a PNRS adota medidas restritivas como a proibição da disposição de materiais recicláveis em lixões ou aterros, do lançamento de resíduos em praias, rios e lagos e das queimadas de lixo a céu aberto. A PNRS também delinea o caminho para a reciclagem, reutilização e uso mais consciente dos materiais ao responsabilizar as empresas geradoras pela logística reversa de seus produtos descartáveis e à própria sociedade civil pela geração do resíduo (MMA, 2011).

Como marco regulatório, a PNRS estabelece os princípios para a elaboração de planos municipais, regionais, estaduais e nacional. Sendo assim, os planos de resíduos figuram um importante instrumento voltado ao olhar estratégico e ao equacionamento das questões relativas à geração, ao tratamento e à destinação final dos resíduos sólidos, devendo orientar a atuação da administração pública, bem como do setor privado. Destaca-se que o art. 17, em seu § 1º diz que:

“Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.” (BRASIL, 2010).

Neste sentido, em 2018, foi elaborado o Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBHAT) o qual apontou a necessidade de elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PGIRS-AT). O PBHAT (2018) também indicou que entre os anos de 2003 e 2016 a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) na bacia do Alto Tietê cresceu 25,9%, passando de 16,6 mil t/dia para

21 mil t/dia. O documento também trouxe a problemática dos impactos, visualmente marcantes, devido ao acúmulo de resíduos sólidos nos recursos hídricos, após intensos eventos chuvosos, com concentração significativa de resíduos nos principais reservatórios da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BHAT).

Desta forma, considerando os impactos dos resíduos sólidos nos recursos hídricos da BHAT e o arcabouço legal, a Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT), por meio do Processo Licitatório nº 002/2022, tornou público aos interessados a seleção de propostas, na modalidade Concorrência, do tipo Técnica e Preço, para a contratação de consultoria especializada para elaborar, de forma participativa, o PGIRS-AT.

Após os trâmites licitatórios, a EnvEx Engenharia e Consultoria Ltda. foi declarada vencedora, celebrando o Contrato nº 001/2023 com a FABHAT em 27 de janeiro de 2023, com a emissão da Ordem de Serviços em 06 de fevereiro de 2023.

Neste contexto, a proposta de estudo do PGIRS-AT considera 42 municípios, sendo 40 deles na área abrangida pela Bacia do Alto Tietê, além dos municípios de Guararema e Santa Isabel, pertencentes à Bacia do Rio Paraíba do Sul e integrantes da Região Metropolitana de São Paulo, e que foram incluídos no PGIRS-AT conforme a Deliberação CBH-AT nº 109/2020.

O PGIRS-AT fornecerá subsídios para a gestão integrada de resíduos sólidos da região de estudo, contemplados pelo plano para um horizonte de planejamento de 20 anos; com revisão periódica a cada 10 anos e contemplará as seguintes tipologias de resíduos:

- Resíduos sólidos urbanos (RSU);
- Resíduos sólidos da construção civil (RCC);
- Resíduos sólidos dos serviços públicos de saneamento básico (RSAN);
- Resíduos sólidos dos serviços de saúde (RSS);
- Resíduos sólidos industriais (RSI);
- Resíduos sólidos agrossilvopastoris (RSAP);
- Resíduos sólidos de mineração (RSM);
- Resíduos sólidos dos serviços de transporte (RST); e
- Resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (RSLR).

Para a sua elaboração, o PGIRS-AT será realizado em oito etapas, as quais são ilustradas na Figura 1.



Figura 1: Etapas de elaboração do PGIRS-AT.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Este documento refere-se ao Produto da Etapa 4 - Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos Sólidos nos Recursos Hídricos. Esta etapa investigará o aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos da BHAT, durante um ano hidrológico, por meio da instalação de estruturas de retenção de resíduos sólidos.

Desta forma, este Produto tem por objetivo geral definir as duas sub-bacias representativas para instalar as estruturas de retenção de resíduos sólidos nos cursos hídricos da BHAT.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O gerenciamento de resíduos sólidos é um processo que envolve diversas etapas, desde a sua geração até a disposição final. Isso inclui resíduos dispostos sobre o solo ou ainda aqueles presentes nas redes de drenagem urbana e nos corpos hídricos. No contexto brasileiro, a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, Lei Federal nº 11.445/2007, trata dos princípios fundamentais que devem ser observados na prestação dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil. Já em 2007, tal regramento legal estabelecia diretrizes com o intuito de garantir o acesso universal aos serviços de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana (BRASIL, 2007).

Em 2020, a referida lei foi atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, que se popularizou como Novo Marco Legal do Saneamento Básico. A partir desse novo ponto, ficou definido que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto por atividades como varrição de logradouros públicos, limpeza de dispositivos de drenagem de águas pluviais, limpeza de córregos, poda, capina, raspagem, roçada, coleta, acondicionamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, assim como indica o Art. 7º (BRASIL, 2020):

Art. 7º Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

*III - de varrição de logradouros públicos, **de limpeza de dispositivos de drenagem de águas pluviais, de limpeza de córregos** e outros serviços, tais como poda, capina, raspagem e roçada, e de outros eventuais serviços de limpeza urbana, bem como de coleta, de acondicionamento e de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos provenientes dessas atividades.*

No contexto da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) diversos são os desafios relacionados à gestão de resíduos sólidos e sua interface direta com a poluição dos recursos hídricos. Com base em dados da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A (EMAE) disponibilizados via o Ofício OF/P-1472/2023, entre 2019 e 2023 já foram coletadas 2.545,36 e 2.268,23 toneladas de resíduos nas Usinas Elevatórias de Pedreira e São Paulo, respectivamente. Vale ainda destacar que no estudo intitulado "Panorama do Desassoreamento nos rios Tietê e Pinheiros, São Paulo/SP, Brasil", elaborado em

2013, foram recolhidos em média 8.000 pneus/mês durante as atividades (COSTA *et al*, 2013).

Nesse sentido, conforme o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PDMAT-3), o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) destaca que, se não houver redução do material carreado para os rios pelo sistema de drenagem, o assoreamento continuará a aumentar porque a capacidade de remoção do material tem sido inferior ao aporte de resíduos, que são levados ao sistema de drenagem (DAEE, 2014). Com base nisso, o PDMAT-3 ainda indica que deve haver maior cuidado nas ações de uso e ocupação do solo, e maior controle das áreas de expansão urbana e de ocupação de encostas, de modo a promover a redução da erosão de solos e do lixo carreado para o sistema de drenagem (DAEE, 2014). Todos esses fatos corroboram para demonstrar a grande importância da temática para a BHAT.

Ainda, conforme o Relatório Situacional da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, no ano de 2018 a população da Bacia apresentou um aumento de aproximadamente 3% na geração de resíduos em relação ao ano anterior, o que pode levar a um aumento dos impactos negativos na qualidade dos recursos hídricos e do equilíbrio ambiental da região (CBH-AT, 2019). Frente a isso, surgiu a necessidade do desenvolvimento de uma investigação quanto ao aporte de resíduos sólidos nos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Nesse sentido, o termo de referência do processo licitatório nº 002/2022 do PGIRS-AT indica que este estudo sobre o aporte de resíduos nos recursos hídricos deve ser conduzido durante 12 meses em duas sub-bacias representativas, as quais devem atender a alguns critérios e serem definidas com o apoio do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT). Ainda, tal estudo consiste em seis etapas, sendo elas: o levantamento de dados preliminares relacionados ao aporte de resíduos sólidos nos corpos hídricos da BHAT, o estabelecimento de critérios de elegibilidade para a definição das sub-bacias representativas, o diagnóstico das duas sub-bacias representativas escolhidas, a instalação de estruturas para retenção de resíduos sólidos nos cursos hídricos, análise qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos obtidos em cada amostragem de coleta nas estruturas de retenção e o relatório final da investigação de resíduos sólidos nos recursos hídricos.

Cabe destacar que a integração entre resíduos sólidos e recursos hídricos é fundamental para o entendimento completo das raízes dos problemas ambientais e socioeconômicos, unindo, dessa forma, duas importantes políticas públicas existentes no Brasil: a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997).

Tais dados e informações compilados serão a base para a criação de um plano de ação contendo propostas de ações estruturais e não estruturais para a BHAT, o qual será incorporado ao conjunto de diretrizes e estratégias que serão definidos para implementação do PGIRS-AT.

3. METODOLOGIA

A fase inicial do trabalho de investigação do aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos contempla as etapas exibidas na Figura 2, conforme o termo de referência do processo licitatório nº 002/2022, as quais consistem no levantamento de dados, definição de critérios de elegibilidade e diagnóstico das sub-bacias representativas. Tais etapas são detalhadas na sequência.

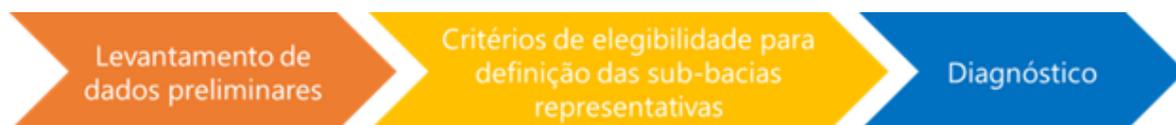


Figura 2: Fase inicial da etapa de investigação do aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos da BHAT.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

3.1. Levantamento de dados preliminares

Inicialmente foi realizado o levantamento de dados secundários relacionados ao aporte de resíduos sólidos nos corpos hídricos da BHAT, tanto derivados de instrumentos de planejamento público, quanto estudos e pesquisas técnicas, assim como detalhado abaixo:

- Dados das estruturas hidráulicas operadas pela Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A (EMAE) e pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE);
- Dados do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT-3);
- Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por setores censitários;
- Estudos e pesquisas já realizados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Em adição, os dados secundários complementares obtidos junto ao poder público fornecem base importante para identificar áreas de habitação próximas aos cursos hídricos e suas respectivas características, as quais serão complementadas por demais dados e informações de atendimento com serviço público de coleta de resíduos sólidos e a delimitação das áreas urbanizadas.

Todas as informações foram organizadas e classificadas em uma base de dados e posteriormente espacializadas e apresentadas em produtos cartográficos, de modo a facilitar a visualização das áreas de estudo, servindo assim como subsídio para a atividade subsequente de definição das sub-bacias representativas.

3.2. Critérios de elegibilidade para definição das sub-bacias representativas

Para a escolha das duas sub-bacias representativas para realização da investigação do aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos da BHAT, foram determinados critérios para a tomada de decisão, os quais incluíram, conforme o termo de referência, no mínimo:

- Pertencerem às áreas de drenagem dos rios Pinheiros e Tietê;
- Estarem contidas em um único município;
- Serem típicas da região de estudo quanto ao uso do solo e cobertura vegetal, varrição, coleta e disposição final de resíduos sólidos e sistemas de drenagem;
- Possuírem pequenas dimensões territoriais, com adequadas condições físicas de medição, razoavelmente uniformes para determinação quantitativa e qualitativas dos dados pretendidos;
- Serem bem instrumentadas em relação às medições de vazão e precipitação;
- Devem ter mudanças mínimas em suas características, durante o período de observação, e caso ocorram, devem ser cuidadosamente registradas.

Para dar suporte a essa etapa, foram solicitados dados das estruturas de monitoramento meteorológico e de cursos hídricos disponíveis no território, como da base de dados do DAEE, do Sistema de Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH) que contempla dados da rede telemétrica dos postos pluviométricos da BHAT, com fontes como do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP).

De modo a cumprir com os itens acima, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Delimitação das áreas de drenagem dos rios Pinheiros e Tietê, conforme base de dados SMA/SEMIL (2013);
- Sobreposição com o *shapefile* das áreas de contribuição da Agência Nacional das Águas (ANA) (2015) para delimitação das sub-bacias;

- Seleção das áreas de contribuição que possuem estação de monitoramento, conforme base de dados do SIBH/DAEE/SP de março/2023;
- Seleção das áreas com uso do solo classificado como área urbanizada, a partir do mapeamento disponibilizado no MapBiomias (2020);
- Seleção das áreas com aglomerados subnormais, conforme base do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Complementarmente, foram obtidos por meio do tratamento de dados secundários, especialmente das bases cartográficas existentes, dados da fisiografia e da geomorfologia das sub-bacias, de modo a considerar as características físicas na determinação da representatividade das mesmas frente ao universo de análise. Posteriormente foram realizados refinamentos nos resultados obtidos utilizando imagens de satélite públicas, via *Google Earth* e *Street View*, desconsiderando áreas em virtude dos seguintes critérios:

- Ao delimitar a sub-bacia, a área não atendia aos critérios de elegibilidade;
- Canalização de cursos hídricos;
- Dificuldades de acesso, conforme visualização pelo *Google Earth* e *Street View*;
- Presença de vegetação densa na área de preservação permanente;
- Impossibilidade de acesso na região do exutório.

A partir disso, foram pré-selecionadas sub-bacias para análises mais aprofundadas, que incluíram visitas técnicas em campo. Posteriormente as sub-bacias pré-selecionadas foram hierarquizadas entre si para cada área de drenagem (Pinheiros e Tietê), considerando as seguintes variáveis com os dados normalizados de 0 a 1:

- % de área urbanizada (MapBiomias, 2020);
- % de aglomerados subnormais (IBGE, 2019);
- Índice de saneamento, considerando 25% de peso para cada variável:
 - % atendimento de coleta de resíduos em área urbana (SNIS, 2021);
 - % população atendida com frequência de 2 ou 3 vezes por semana (SNIS, 2021);
 - % cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município (SNIS, 2021);
 - % de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (SNIS, 2021).
- Representatividade em relação à BHAT, sendo a nota o valor das somas das variações de uso do solo na área urbanizada na sub-bacia em relação à BHAT.

A partir dos itens elencados acima foi criada a seguinte fórmula para determinar a nota final de hierarquização das sub-bacias:

$$\text{Nota final} = (AU * 0,2) + (Ag. Sbn.* 0,2) + (Rep.* 0,5) + (IS * 0,1):$$

Na qual:

- *AU*: área urbanizada;
- *Ag. Sbn.*: aglomerado subnormal
- *Rep.*: representatividade.
- *IS*: índice de saneamento

Importante mencionar que esta hierarquização foi dada como uma proposta inicial de prioridade e que para definição final das sub-bacias ainda foram somados os resultados das visitas técnicas *in loco*, as quais avaliaram os seguintes fatores:

- Presença de aglomerados subnormais;
- Profundidade, largura e vazão do curso hídrico;
- Estruturas no curso hídrico (retificação, canalização, contenção de margem etc.);
- Vias de acesso;
- Áreas de preservação permanente;
- Proximidade com centros urbanos.

A partir destas análises, foram definidas as duas sub-bacias representativas das áreas de drenagem do rio Pinheiros e do rio Tietê para instalação das estruturas de retenção de resíduos sólidos nos cursos hídricos.

3.3. Diagnóstico

Em seguida, de modo complementar à etapa anterior, para as duas sub-bacias selecionadas, foi realizado um diagnóstico preliminar do município onde elas estão inseridas, considerando informações como geomorfologia da bacia, uso e ocupação do solo, esgotamento sanitário, sistema de drenagem urbana de águas pluviais, serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, população e aspectos institucionais, conforme elencado no termo de referência.

4. RESULTADOS

A partir da aplicação dos critérios estabelecidos anteriormente, foram inicialmente identificadas 139 áreas de contribuição para análise e seleção das sub-bacias representativas para o estudo. Posteriormente, após a concatenação das áreas, formação das sub-bacias e aplicação dos critérios de elegibilidade apresentados no item 3.2, somadas às análises em conjunto com o *Google Earth* e *Google Street View*, foram selecionadas 8 sub-bacias, sendo 4 para a área de drenagem do rio Pinheiros e 4 para a área de drenagem do rio Tietê (Figura 3).

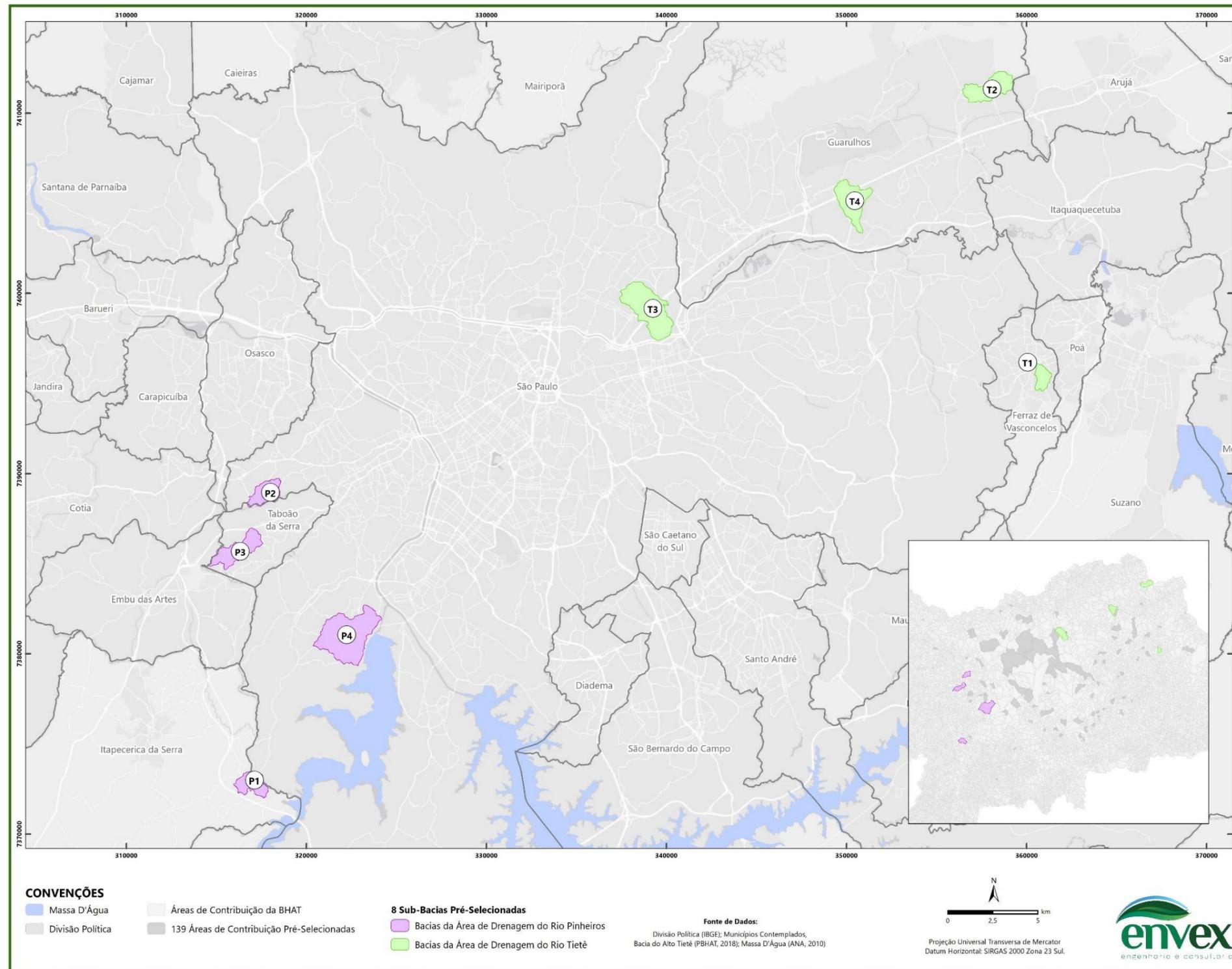


Figura 3: Sub-bacias pré-selecionadas.
 Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Cabe mencionar que, para atender ao critério de elegibilidade “serem bem instrumentadas em relação às medições de vazão (fluviometria) e precipitação (pluviometria)” foram encontradas dificuldades para a obtenção e análise das informações e dados existentes. Isso ocorreu em função dos seguintes motivos:

- Diferentes órgãos utilizam as mesmas estações de medição, porém as nomeiam de formas diferentes impedindo a compatibilização das informações;
- Estações com séries de dados mais longas não estão mais em operação, dificultando o estabelecimento de série histórica confiável para a realidade atual;
- Estações atualmente em operação possuem séries de dados mais curtas (menos de 20 anos);
- Séries de dados com diversas lacunas ao longo dos períodos de operação, reduzindo a confiabilidade das análises estatísticas das séries;
- As estações fluviométricas do DAEE medem nível d’água dos corpos hídricos. Para a conversão destes dados em vazão, é necessária a existência de curva-chave da seção de medição. De acordo com o DAEE, as poucas curvas-chave existentes se encontram desatualizadas, o que reduz a confiabilidade de sua utilização.

Considerando o exposto acima, entende-se que os dados de fluviometria existentes não podem ser utilizados e, portanto, adotou-se como premissa para a elegibilidade das sub-bacias, a existência de estação pluviométrica.

A seguir a Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam dados sobre aspectos gerais e sociais, uso do solo, aspectos fisiográficos e geomorfológicos das sub-bacias selecionadas da área de drenagem do Rio Pinheiros e do Rio Tietê, respectivamente. Ressalta-se que as sub-bacias da área de drenagem do Rio Pinheiros foram denominadas com a sigla iniciando com a letra “P”, mais um número (por ex.: P1, P2, P3 e P4) e as sub-bacias da área de drenagem do Rio Tietê com a letra “T”, mais um número (por ex.: T1, T2, T3 e T4), e serão assim referenciadas ao longo deste documento.

Tabela 1: Dados das sub-bacias da área de drenagem do rio Pinheiros.

Município	Itapecerica da Serra	São Paulo	Taboão da Serra	São Paulo
Sub-bacia	P1	P2	P3	P4
Aspectos Gerais e Sociais				
Região Inserida	Jardim do Carmo, Jardim Jacira, Parque São Lourenço, Jardim do Edem, Parque São Francisco, Jardim Sonia Maria	Jardim Esmeralda, Jardim Arpoador, Arpoador, Jardim Paulo VI, Jardim João XXIII, Jardim Uirapuru	Jardim Bonanza, Arraial Paulista, Vila Iasi, Jardim Salete, Jardim Record, Jardim Maria Helena, Jardim São Judas Tadeu, Jardim Altos do Taboão, Parque Industrial Daci	Jardim Leni, Jardim Ibirapuera, Jardim Leonardo, Jardim Santa Josefina, Jardim Santa Efigênia, Jardim Neide, Jardim das Flores, Jardim Leticia, Parque do Otero, Chácara Santana, Jardim Boa Vista, Piraporinha, Jardim Santa Edwiges, Jardim Bandeirante, Jardim Alfredo, Jardim Sonia Marly, Guarapiranga, Praia da Lagoa, Jardim Figueira Grande, Jardim Mazza, Jardim Thomaz
Pontos de referência do exutório	R. De Embú-Guaçu, próximo à Rodoanel Mário Covas	Cemitério Israelita do Butantã	R. Maria Patrícia da Silva x Rodovia Régis Bittencourt	Av. Luiz Gushiken x Av. Guido Caloi
População Municipal Estimada (habitantes) (IBGE, 2021)	179.574	12.396.372	297.528	12.396.372
População Municipal (habitantes) (IBGE, 2010)	152.614	11.253.503	244.528	11.253.503
População Amostral da Área de Drenagem (habitantes) (IBGE, 2010)	~ 6.378 (4,18% do total)	~ 10.747 (0,09% do total)	~ 14.903 (6,09% do total)	~ 44.575 (0,39% do total)
Área de Drenagem (km ²)	1,63	1,78	2,66	6,69
Aglomerados Subnormais (IBGE, 2019) - % em relação à área de drenagem	5,70%	8,20%	15,00%	9,90%
Uso do Solo				
Área Urbanizada (%)	83,57%	99,06%	97,68%	98,70%
Formação Florestal (%)	8,84%	0,39%	1,69%	0,93%
Mosaico de Usos (%)	5,30%	0,54%	0,47%	0,31%
Outras Áreas Não Vegetadas (%)	-	-	0,16%	0,06%
Pastagem (%)	2,29%	-	-	-
Aspectos fisiográficos e geomorfológicos				
Perímetro (km)	9,10	6,49	9,61	12,78
Comprimento Axial da Bacia (km)	3,14	2,28	3,16	4,06
Soma do Comprimento de Todos os Rios (km)	6,71	3,86	4,58	11,74
Fator de forma (Ff)	0,29	0,35	0,27	0,41
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,47	1,35	1,64	1,37
Densidade de drenagem (Dd)	2,22	2,14	1,71	1,73
Altitude média (m)	795,90	798,22	795,57	774,27
Declividade média (°)	7,85	6,94	6,48	7,04
Corpo hídrico	s/n	Córrego Jaguaré	s/n	Córrego Ponte Baixa
Largura do corpo hídrico (metros)	4,00	4,50	6,00	-
Presença de Área de Preservação Permanente (APP)	Não	Não	Não	Não
Enquadramento do Corpo Hídrico	Classe 2	Classe 4	Classe 4	Classe 2

Fonte: IBGE (2010; 2019; 2021); ANA (2015); SEMIL (2018); MapBiomas (2020); Google Earth.

Tabela 2: Dados das sub-bacias da área de drenagem do rio Tietê.

Município	Ferraz de Vasconcelos	Guarulhos	São Paulo	Guarulhos
Sub-bacia	T1	T2	T3	T4
Aspectos Gerais e Sociais				
Região Inserida	Sítio Paredão, Jardim Juliana, Jardim do Castelo, Jardim Alexandre, Jardim Nove de Julho	Jardim Campestre, Cidade Nova Bonsucesso, Vila Carmela II	Parque Novo Mundo, Jardim Andaraí, Vila Maria Alta, Jardim Japão	Jardim Campestre, Cidade Nova Bonsucesso, Vila Carmela II
Pontos de referência do exutório	Av. Brasil, próximo à R. Ver. Diomar Novaes	Estr. Acácio Antônio Batista x R. Veneza	Av. Morvan Dias de Figueiredo x Av. Ten. Amaro Felicíssimo da Silveira	Estr. Acácio Antônio Batista x R. Veneza
População Municipal Estimada (habitantes) (IBGE, 2021)	198.661	1.404.694	12.396.372	1.404.694
População Municipal (habitantes) (IBGE, 2010)	168.306	1.221.979	11.253.503	1.221.979
População Amostral da Área de Drenagem (habitantes) (IBGE, 2010)	~ 6.283 (3,73% do total)	~ 6.778 (0,55% do total)	~ 22.615 (0,002% do total)	~ 13.495 (1,10% do total)
Área de Drenagem (km ²)	0,95	2,77	6,69	2,99
Aglomerados Subnormais (IBGE, 2019) - % em relação à área de drenagem	3,11%	2,51%	3,40%	17,08%
Uso do Solo				
Área Urbanizada (%)	100%	71,85%	100%	100%
Formação Florestal (%)	-	11,52%	-	-
Mosaico de Usos (%)	-	10,56%	-	-
Outras Áreas Não Vegetadas (%)	-	0,32%	-	-
Pastagem (%)	-	5,74%	-	-
Aspectos fisiográficos e geomorfológicos				
Perímetro (km)	4,52	8,56	11,02	9,10
Comprimento Axial da Bacia (km)	1,57	2,67	3,51	3,14
Soma do Comprimento de Todos os Rios (km)	1,79	3,27	2,80	6,71
Fator de forma (Ff)	0,39	0,39	0,41	0,31
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,29	1,43	1,38	1,47
Densidade de drenagem (Dd)	1,86	1,17	0,56	2,22
Altitude média (m)	793,69	794,04	748,46	748,46
Declividade média (°)	6,31	5,23	3,52	4,60
Corpo hídrico	Córrego Vila Romanópolis	Córrego Guaracau	Córrego Novo Mundo	Córrego Botina
Largura do corpo hídrico (metros)	3,00	3,00	10,00	6,00
Presença de Área de Preservação Permanente (APP)	-	-	-	-
Enquadramento do Corpo Hídrico	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 4

Fonte: IBGE (2010; 2019; 2021); ANA (2015); SEMIL (2018); MapBiomias (2020); Google Earth.

4.1. Hierarquização

De modo a guiar o processo de seleção das sub-bacias representativas foi realizada a hierarquização entre as sub-bacias de cada área de drenagem, conforme os critérios de elegibilidade apresentados na seção 3.2 que, resumidamente, consideram o percentual de área urbanizada, o percentual de aglomerados subnormais, atendimento em relação as eixos de manejo de resíduos e drenagem pluvial do saneamento básico, bem como o grau de semelhança do uso do solo entre a sub-bacia e o território urbanizado da BHAT. As composições dos usos do solo nas sub-bacias e na área urbanizada da BHAT estão na Tabela 3.

Tabela 3: Uso do solo nas sub-bacias pré-selecionadas.

	Sub-bacia	Município	Área (km ²)	% área urbanizada	% Formação florestal	% Áreas não vegetadas	% Áreas alagadas	% aglomerado subnormal
	BHAT (Área Urbanizada)	-	1.952,86	79,08	10,50	9,67	0,75	4,50
Área de Drenagem do rio Pinheiros	Sub-bacia P1	Itapeverica da Serra	1,63	83,37	8,82	7,57	-	5,70
	Sub-bacia P2	São Paulo	1,78	98,99	0,39	0,54	-	8,20
	Sub-bacia P3	Taboão da Serra	2,66	97,51	1,69	0,47	-	15,00
	Sub-bacia P4	São Paulo	6,69	98,78	0,93	0,31	-	9,90
Área de Drenagem do rio Tietê	Sub-bacia T1	Ferraz de Vasconcelos	0,95	100,00	-	-	-	3,11
	Sub-bacia T2	Guarulhos	2,77	71,89	11,53	16,31	-	2,51
	Sub-bacia T3	São Paulo	4,99	100,00	-	-	-	3,40
	Sub-bacia T4	Guarulhos	2,99	100,00	-	-	-	17,08

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2020) e IBGE (2019).

Com base na Tabela 3, observa-se que cerca de 79% da BHAT corresponde à área urbanizada, enquanto 10,50% da área é ocupada por formação florestal. Outras áreas não vegetadas e áreas alagadas somam 10,42% da área total. Das oito sub-bacias pré-selecionadas, com exceção da sub-bacia T2 que tem 71,89% da área urbanizada, as demais apresentam índices de área urbanizada superiores em relação à área total da BHAT, sendo que as sub-bacias T1, T3 e T4 são 100% urbanizadas.

Já para a área de drenagem do rio Pinheiros, a maior área urbanizada está na sub-bacia P2 (98,99%). Das áreas de formação florestal, o maior índice é verificado na sub-bacia T2 (11,53%) e na área de drenagem do rio Pinheiros na P1 (8,82%). A sub-bacia T2 apresenta ainda outras áreas não vegetadas que compõem 16,31% da área, e a P1, 7,57%.

Com relação aos aglomerados subnormais, estes correspondem à 4,50% da área total da BHAT. Nas sub-bacias pré-selecionadas, este índice só é menor na T1, T2 e T3, com valores de 3,11%, 2,51% e 3,40%, respectivamente. O maior índice de aglomerado subnormal é verificado na T4. Na área de drenagem do rio Pinheiros, o maior índice é verificado na P3, com 15% da área da sub-bacia.

Com base nessas informações e na equação já apresentada na seção 3.2 e reproduzida abaixo, foi determinada a nota final de priorização das sub-bacias:

$$\text{Nota final} = (AU * 0,2) + (Ag. Sbn.* 0,2) + (Rep.* 0,5) + (IS * 0,1),$$

Onde:

- AU: área urbanizada;
- Ag. Sbn.: aglomerado subnormal
- Rep.: representatividade.
- IS: índice de saneamento

Os resultados podem ser observados na Tabela 4; em destaque estão as sub-bacias mais bem classificadas. Ressalta-se que tal hierarquização **não selou** a definição final das sub-bacias em cada área de drenagem, uma vez que elas ainda passaram por visita de campo para confirmação e complementação das informações. Os resultados das visitas técnicas são apresentados na sequência deste relatório.

Tabela 4: Resultado da hierarquização das sub-bacias antes da avaliação *in loco*.

	Sub-bacia	Município	Área (km ²)	Nota final
Área de drenagem do rio Pinheiros	Sub-bacia P1	Itapecerica da Serra	1,63	0,5983
	Sub-bacia P3	Taboão da Serra	2,66	0,4495
	Sub-bacia P4	São Paulo	6,69	0,3095
	Sub-bacia P2	São Paulo	1,78	0,2674
Área de drenagem do rio Tietê	Sub-bacia T2	Guarulhos	2,77	0,539
	Sub-bacia T4	Guarulhos	2,99	0,439
	Sub-bacia T1	Ferraz de Vasconcelos	0,95	0,269
	Sub-bacia T3	São Paulo	4,99	0,233

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

4.2. Avaliação *in loco* das sub-bacias

A seguir são apresentados os resultados das avaliações *in loco*, realizadas entre os dias 8 e 10 de maio de 2023, para caracterização de cada uma das sub-bacias selecionadas, conforme ordem da hierarquização apresentada na Tabela 4. As avaliações em campo consistiram nas seguintes identificações:

- Nome do curso hídrico;
- Presença de Área de Preservação Permanente;
- Vias e estruturas nas proximidades do exutório;
- Presença de população no entorno;
- Largura do curso hídrico e estimativa de vazão;
- Ocorrência de eventos de inundação;
- Disponibilidade de local para manejo inicial de resíduos sólidos coletados do curso hídrico.

Sub-bacia Pinheiros 1 (P1)

A Figura 4 ilustra a delimitação da sub-bacia P1. O exutório da sub-bacia, situado no Jardim do Carmo, ponto amarelo na Figura 4, foi visitado no dia 08 de maio de 2023. A Figura 5 exibe imagens da área analisada.

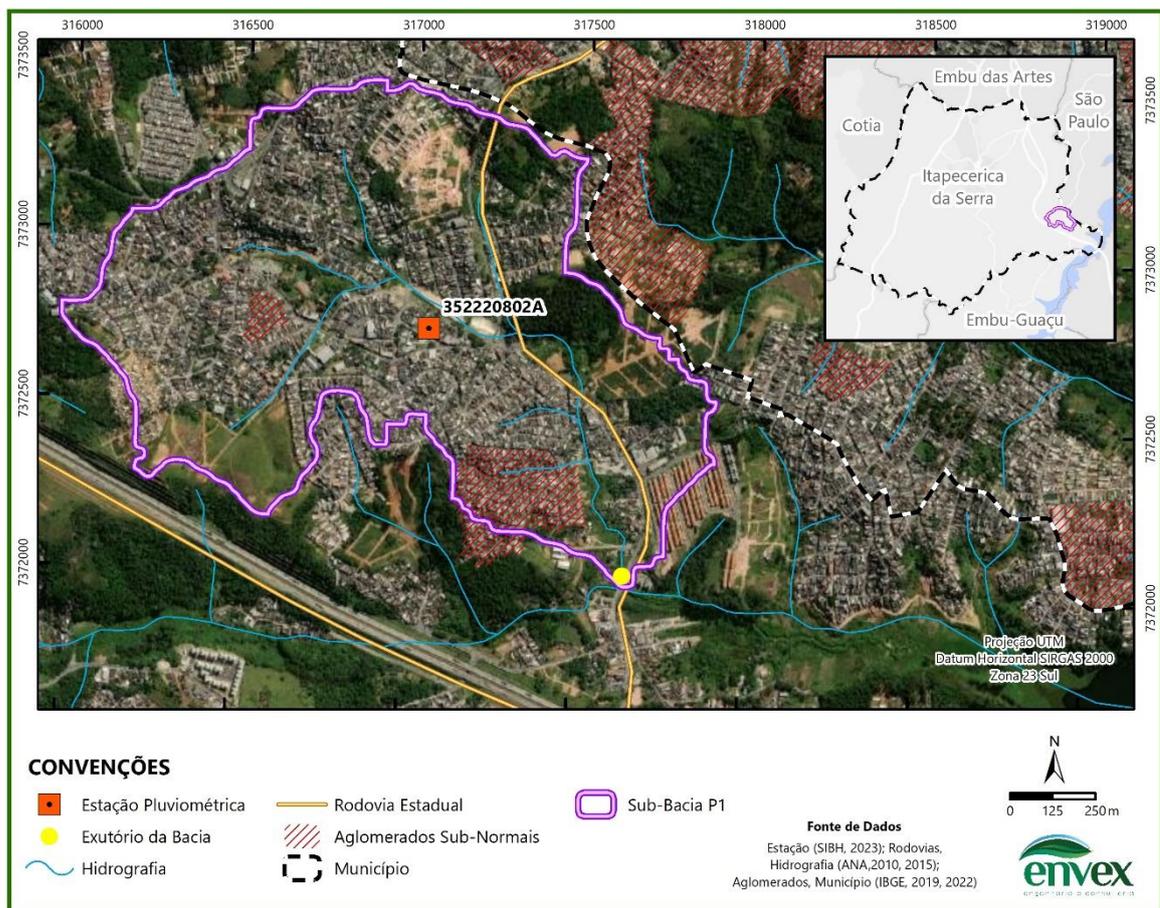


Figura 4: Delimitação da sub-bacia P1 em Itapequerica da Serra.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 5: Área do exutório da sub-bacia P1.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Conforme relato colhido dos moradores do entorno, este curso hídrico não extravasa da sua calha em eventos de pluviosidade elevada. Nesse ponto também existe uma estrutura de canalização em virtude da via que dá acesso à Estação Elevatória de Esgoto Jacira (EEE) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), localizada ao lado do curso hídrico (Figura 6).



Figura 6: Canalização criada para formação da via de acesso à EEE Jacira da SABESP.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

O entorno do curso hídrico é composto pela EEE Jacira da SABESP, moradias e estabelecimentos de serviços, além de uma área de vegetação e a confluência com outro curso hídrico há poucos metros após a via que dá acesso à EEE. A Figura 7 exhibe as imagens do entorno.

Nas margens do curso hídrico foram observados diversos resíduos, inclusive vestígios de queimada de resíduos como mostra a Figura 8.



Figura 7: Entorno da área do exutório da sub-bacia P1.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 8: Resíduos presentes nas margens do curso hídrico.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Em relação à necessidade de manuseio para realizar a caracterização dos resíduos que vierem a ser coletados do curso hídrico, considera-se que as margens do rio possuem espaços adequados para esta atividade.

Ainda, a poucos metros após a área de análise, existe uma confluência com outro rio, onde foram encontrados diversos resíduos presos na vegetação do entorno e na estrutura de canalização (Figura 9).



Figura 9: Resíduos presentes no curso hídrico e na estrutura de canalização no ponto de confluência.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Durante a visita também foi realizada a estimativa de vazão com o apoio de objetos flutuadores, a partir da determinação de duas seções e da contagem do tempo que esse objeto levou para percorrer o trajeto. A vazão resultante foi de 0,06 m³/s.

Tem-se ainda que o leito do rio é composto de rochas e argila e sua profundidade média no ponto de observação é de 20 cm.

Também foi possível verificar a estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN existente na sub-bacia, a qual está instalada em um pátio de veículos da Prefeitura Municipal de Itapecerica da Serra (Figura 10).



Figura 10: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN presente na sub-bacia P1.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Assim, com base no apresentado, o local da sub-bacia P1 se mostra viável para a instalação da barreira flutuante para contenção e amostragem de resíduos sólidos, uma vez que:

- Cumpre com as premissas adotadas como critérios de elegibilidade;
- Entre as 4 sub-bacias pré-selecionadas, possui a maior semelhança em relação ao uso do solo existente na BHAT;
- Possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação na sub-bacia;
- Possui espaço lateral para manejo inicial dos resíduos.

Sub-bacia Pinheiros 3 (P3)

A Figura 11 ilustra a delimitação da sub-bacia P3. O exutório da sub-bacia, ponto amarelo na Figura 11, foi visitado no dia 09 de maio de 2023, situado no Jardim Bonanza. A Figura 12 exibe imagens da área analisada.

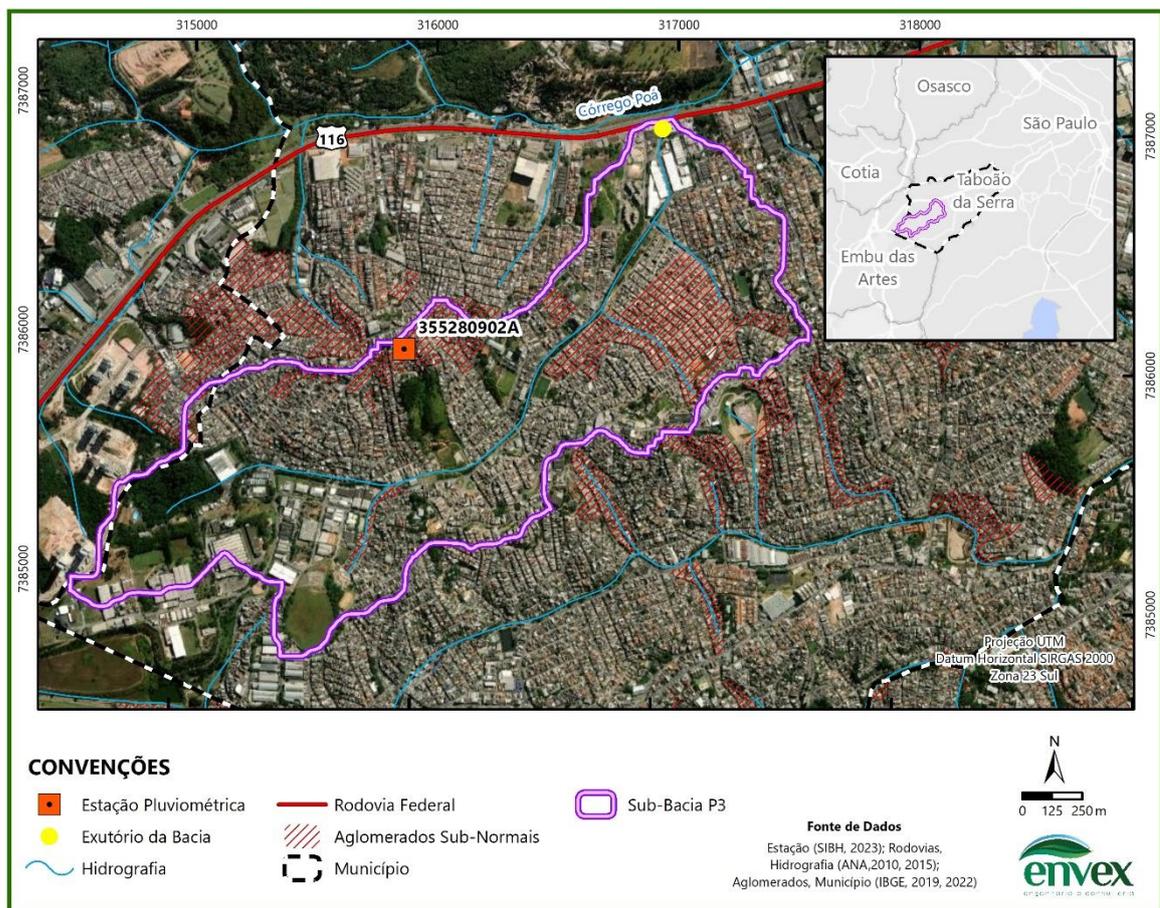


Figura 11: Delimitação da sub-bacia P3 em Taboão da Serra.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 12: Imagens do ponto do exutório na sub-bacia P3.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

O curso hídrico passa pelas dependências da Sociedade Industrial, e, conforme relato dos técnicos locais, o leito original foi retificado. Ainda, foi indicado que nesse ponto comumente ocorrem eventos de inundação, sendo coletados diversos tipos de resíduos, como geladeira, colchão, moto, animais etc., e em um evento mais severo um carro já foi levado pela correnteza até o local. Em conjunto, foi indicado que neste trecho o rio possui profundidade de 2,5 a 6 metros, servindo também como uma bacia de retenção de sedimentos (vide banco de sedimentos na Figura 12), sendo que constantemente os técnicos da Sociedade Industrial devem solicitar a limpeza à prefeitura municipal. Foi relatado que na última retirada de sedimentos, em outubro de 2022, foram coletados 36 caminhões caçamba de sedimentos.

Em virtude desse contexto, os técnicos da Sociedade Industrial, que acompanharam a visita, sugeriram que a instalação da barreira flutuante não fosse realizada na área, por receio de agravar os problemas já enfrentados no empreendimento.

Assim, somando os fatos dos constantes eventos de inundação, da formação de área para deposição de sedimentos e dos possíveis danos às estruturas físicas no entorno, a sub-bacia P3 foi desconsiderada entre as possibilidades para a instalação da barreira flutuante na área de drenagem do rio Pinheiros.

Sub-bacia Pinheiros 4 (P4)

A Figura 13 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Ponte Baixa (P4).

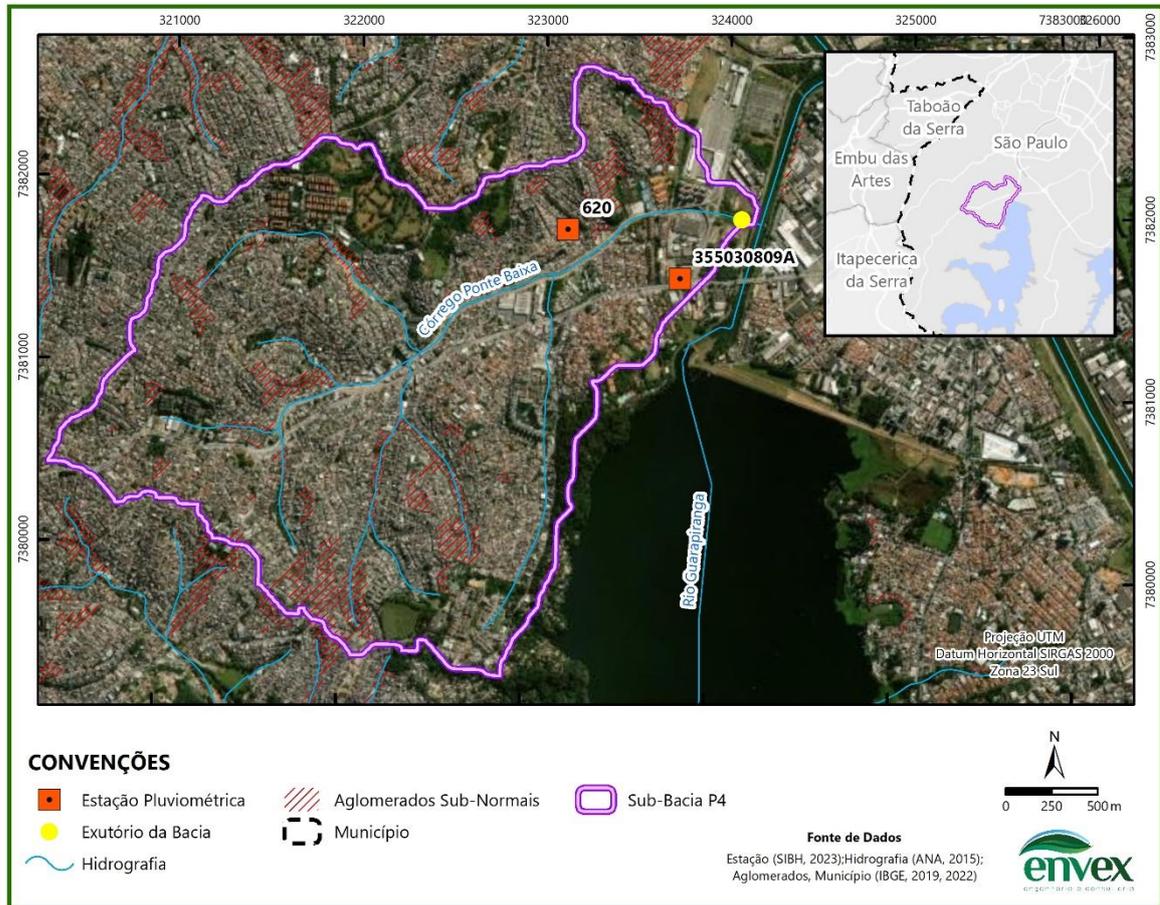


Figura 13: Delimitação da sub-bacia do Córrego Ponte Baixa (P4) em São Paulo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A visita ao exutório da sub-bacia, localizado no Jardim Leni, ocorreu no dia 09 de maio de 2023. No entanto, não foi permitida a entrada da equipe, conforme indicação do segurança. A área era onde estava instalada a fábrica da empresa Caloi, sendo que os terrenos que margeiam o curso hídrico estão sob processo junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). A Figura 14 exibe imagens da visita a área.



Figura 14: Imagens da tentativa de visita ao exutório da sub-bacia P4.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Em virtude do exposto, o local da sub-bacia P4 foi desconsiderado como opção viável para a instalação da barreira flutuante para contenção e amostragem de resíduos sólidos, uma vez que também podem ocorrer modificações no local que possam interferir no estudo em questão.

Sub-bacia Pinheiros 2 (P2)

A Figura 15 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2).

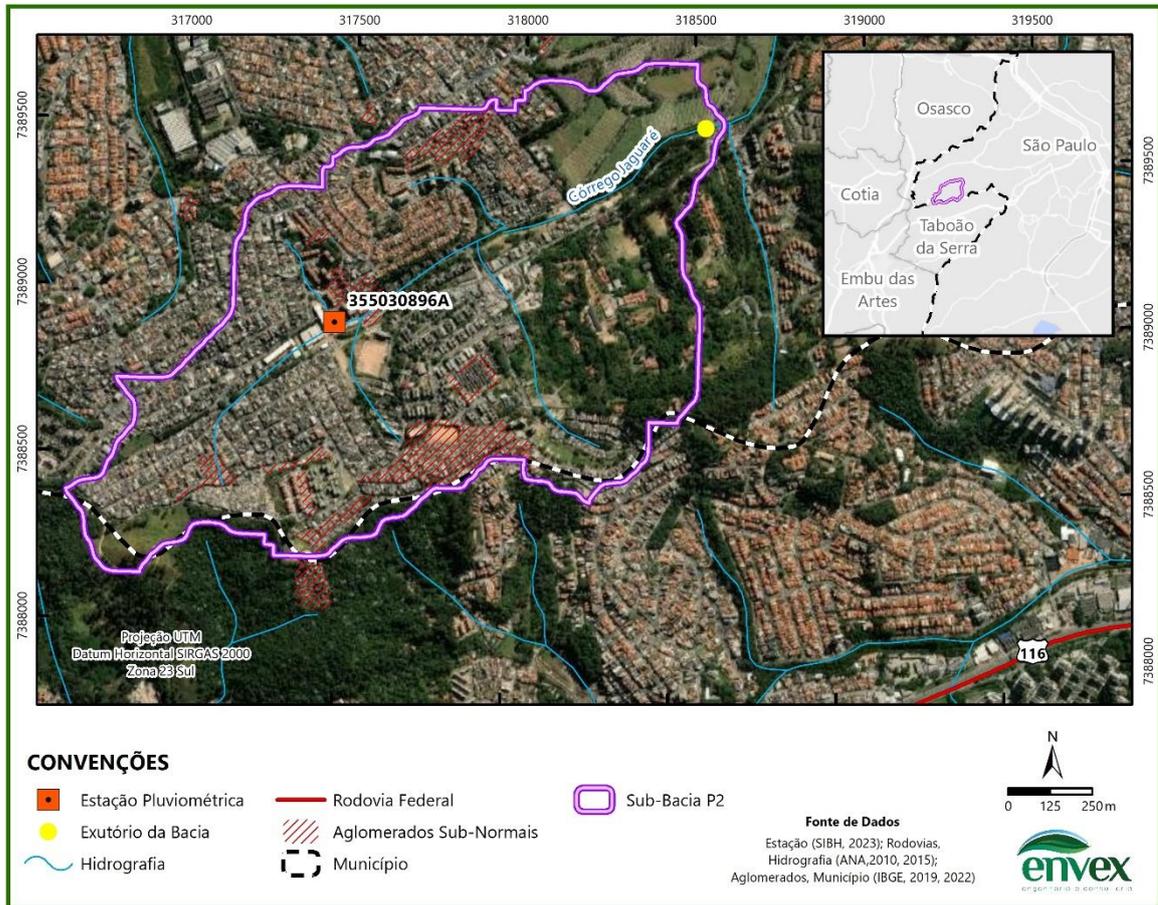


Figura 15: Delimitação da sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2) em São Paulo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

O exutório da sub-bacia em questão se localiza nas dependências do Cemitério Israelita do Butantã (vide ponto amarelo Figura 15) e foi visitado no dia 09 de maio de 2023. Após a explicação da motivação da visita para a administração do Cemitério, a responsável permitiu acesso ao local e se interessou em apoiar a realização desse estudo sobre o aporte de resíduos nos recursos hídricos. A Figura 16 exhibe imagens do local.



Figura 16: Imagens do ponto do exutório na sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2).

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A profundidade média do trecho observado é de 26 cm, possuindo uma vazão no dia de medição de 0,1 m³/s. Destaca-se que nesse local foi possível utilizar o molinete fluviométrico para medição da vazão, o que não foi possível nas demais sub-bacias em virtude de não encontrar condições adequadas para sua utilização. Ainda, conforme relato da equipe interna de manutenção do cemitério, o rio não extravaza da sua calha, atingindo no máximo o topo da estrutura de canalização.

Tanto neste ponto, quanto à montante, foram observados diversos resíduos, como pode ser visto na Figura 17.



Figura 17: Resíduos presentes ao longo do curso hídrico Córrego Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

No que concerne ao manuseio inicial dos resíduos que vierem a ser coletados do curso hídrico, indica-se que no local existe espaço adequado nas margens do rio para tal finalidade.

Quanto à estação de monitoramento do CEMADEN presente na sub-bacia, esta foi encontrada, porém sua localização, na laje de um dos prédios do Centro Educacional Unificado (CEU) Uirapuru, estava inacessível, o que impediu o registro fotográfico. A visita foi acompanhada do diretor e de um professor, os quais indicaram que uma equipe do CEMADEN realizou a manutenção da estação duas semanas antes, comprovando o seu pleno funcionamento.

Esta sub-bacia faz parte da Bacia do Córrego Jaguaré, conforme o Caderno de Drenagem do Córrego Jaguaré elaborado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB) e a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). No documento foi possível identificar que o trecho da sub-bacia em questão é nomeado de JG-04 (SÃO PAULO, 2016).

Em virtude do apresentado, o local da sub-bacia P2 se mostra viável e apto a receber a barreira flutuante para contenção de resíduos sólidos, considerando que:

- Cumpre com as premissas adotadas como critérios de elegibilidade;
- Possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação na sub-bacia;
- Possui espaço lateral para manejo inicial dos resíduos;
- Possui Caderno de Drenagem;

Além disso, a administração do empreendimento onde o exutório está localizado demonstrou interesse em apoiar o estudo.

Sub-bacia Tietê 2 (T2)

A Figura 18 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Guaracau (T2).

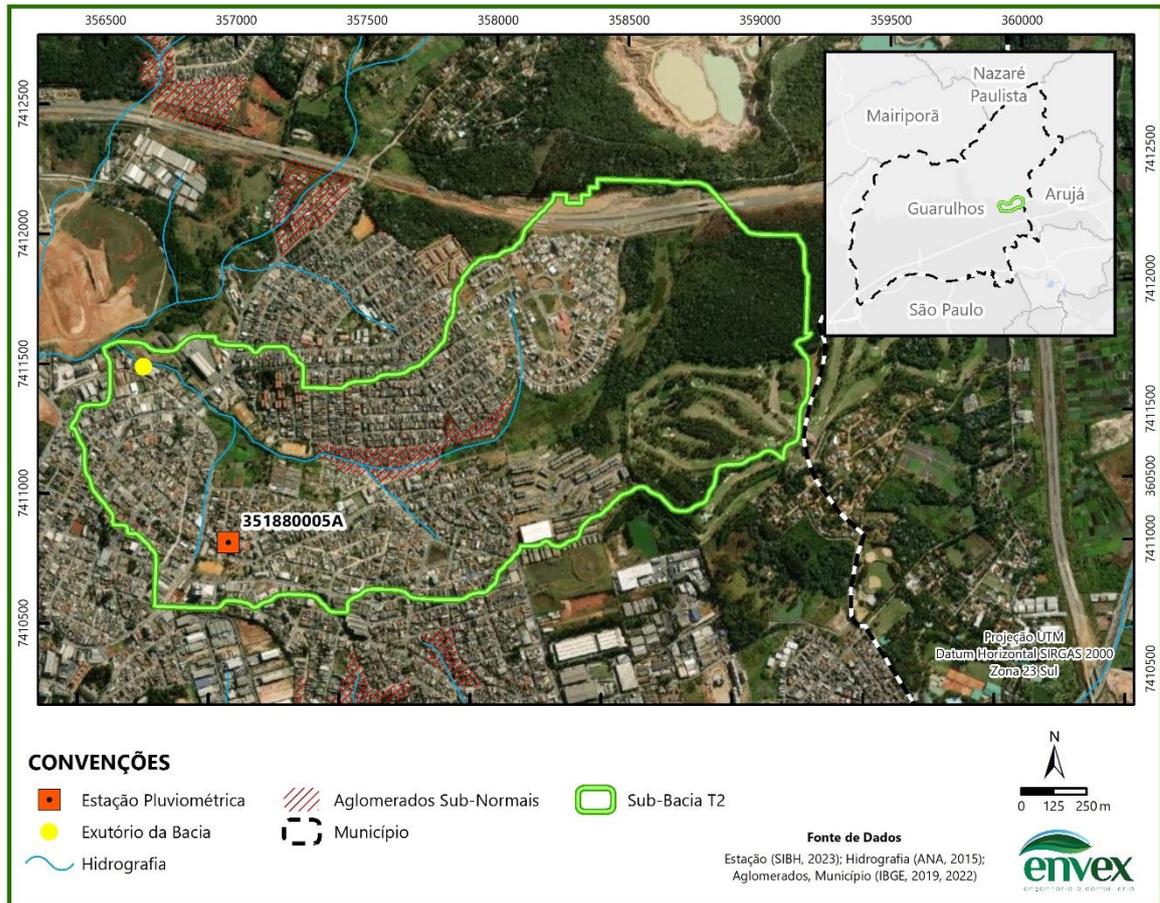


Figura 18: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Guaracau (T2) em Guarulhos.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

No dia 09 de maio de 2023 também foi realizada a visita na sub-bacia do Córrego Guaracau em Guarulhos, na área próxima ao ponto amarelo na Figura 18, situada no Jardim Campestre. O local pertence a uma propriedade rural privada com muros no entorno e, em virtude disso, não foi possível acessar às imediações do exutório. Assim, a visita se concentrou no ponto imediatamente anterior onde era possível realizar registros fotográficos e análises de viabilidade. A Figura 19 exibe imagens do local visitado.



Figura 19: Imagens do curso hídrico próximo ao exutório da sub-bacia T2.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Foi possível observar um banco de sedimentos, o que reduz a capacidade de escoamento do curso hídrico e facilita processos de inundação. Em conversa com comerciantes do entorno, foi relatado que é constante a problemática da inundação no local, atingindo diversos empreendimentos e moradias, tanto nesse ponto quanto à jusante.

Um dos fatores que corrobora para o processo de redução da velocidade do curso hídrico e a formação de bancos de sedimentos é a existência da vegetação nas margens e estruturas de muros longitudinais ao córrego. A Figura 20 exhibe imagens dessa situação relatada.



Figura 20: Presença de vegetação, sedimentos e estruturas do muro nas margens do rio.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Com base nesse contexto, tanto em relação aos eventos de inundação constantes quanto às intervenções nas margens do rio, o local da sub-bacia T2 não se apresenta como viável para instalação da barreira flutuante, uma vez que necessitaria realizar outras intervenções para tornar possível a instalação e operação da estrutura.

Sub-bacia Tietê 4 (T4)

A Figura 21 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Botina (T4).

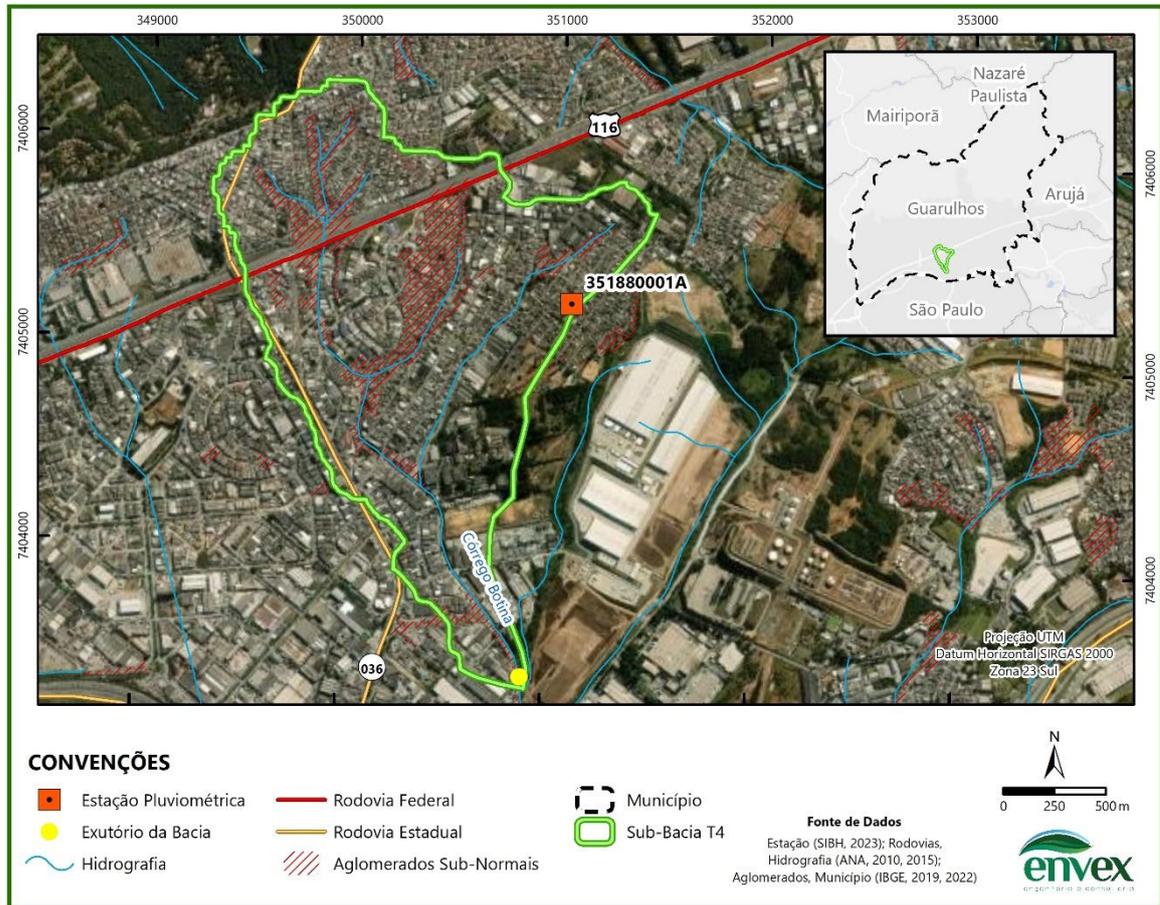


Figura 21: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Botina (T4) em Guarulhos.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

O exutório do Córrego Botina, localizado no Bairro Cumbica em Guarulhos, ponto amarelo na Figura 21 foi visitado no dia 10 de maio de 2023 e as imagens são apresentadas na Figura 22.



Figura 22: Imagens das imediações do exutório do Córrego Botina, sub-bacia T4.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A profundidade média do leito no ponto de observação é de 32 cm e a vazão estimada é de 0,6 m³/s, considerando um leito argiloso e chuva leve no dia da medição.

Pontua-se que à montante do ponto observado, diversas moradias foram construídas nas margens do rio, sendo possível observar o despejo de resíduos domésticos. Além disso, na margem esquerda (observador olhando para o sentido do fluxo do rio) existe uma construção de grande porte com a formação de talude próximo à margem (Figura 22). Esse fator pode ter interferência direta tanto no carreamento de sedimentos para o leito do rio quanto posterior à construção com a descarga concentrada de água da chuva no curso hídrico.

Esses fatores não inviabilizam a implantação da estrutura flutuante no local, porém possuem influência direta nos resultados esperados ao longo do próximo ano de análises.

No que concerne ao manuseio inicial de resíduos que vierem a ser coletados do curso hídrico, a margem esquerda (observador olhando no sentido do fluxo do rio) possui espaço adequados para realizar tal atividade.

Quanto à estação de monitoramento do CEMADEN presente na sub-bacia, foi possível encontrá-la instalada na escola pública Padre Valentin Gonzalez Alonso (Figura 23).



Figura 23: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN presente na sub-bacia do Córrego Botina.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Sendo assim, a sub-bacia T4 se mostra como opção viável para a instalação da barreira flutuante para contenção e amostragem de resíduos sólidos, uma vez que:

- Cumpre com todos os critérios de elegibilidade;
- Possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação na sub-bacia;
- Possui espaço lateral para manejo inicial dos resíduos.

Sub-bacia Tietê 1 (T1)

A Figura 24 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Vila Romanópolis (T1).

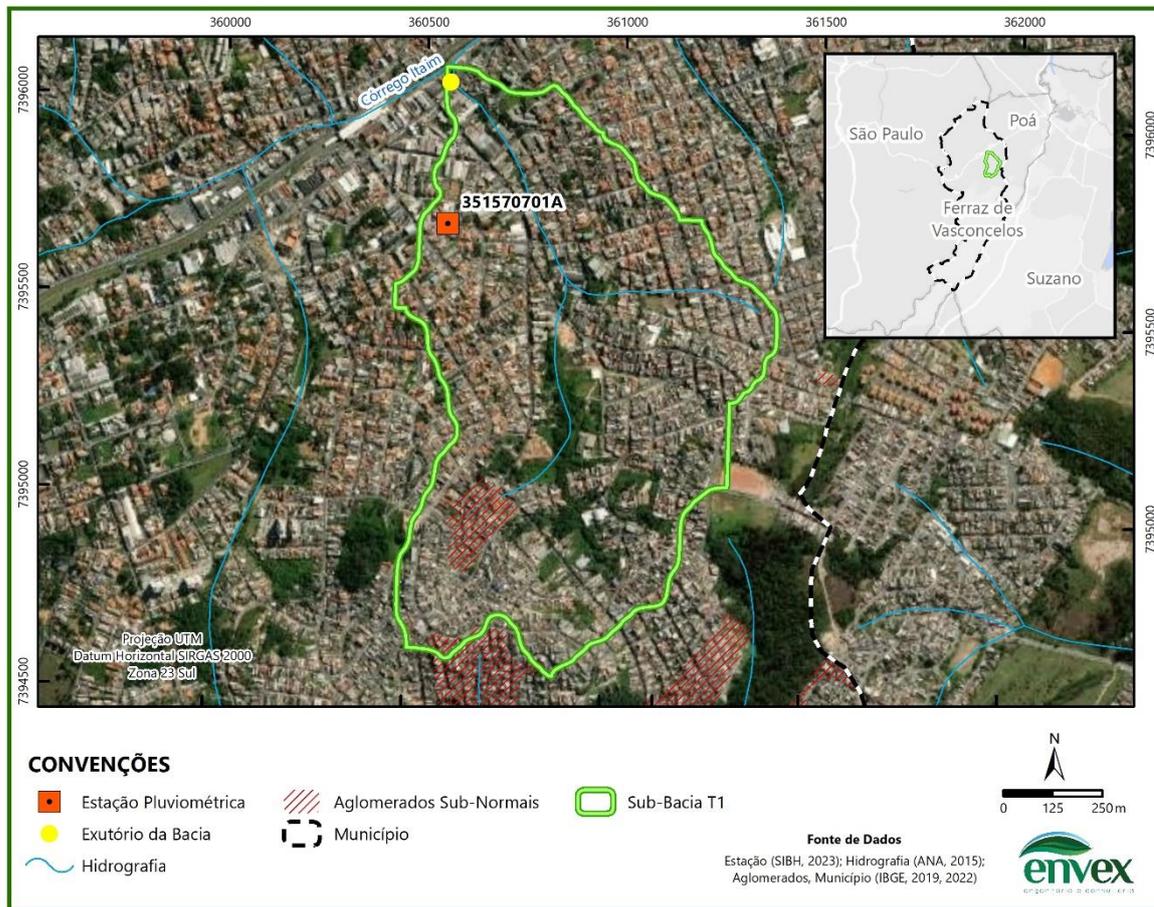


Figura 24: Delimitação da Sub-bacia Córrego Vila Romanópolis (T1) em Ferraz de Vasconcelos.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Durante a visita no dia 10 de maio de 2023 no ponto do exutório, situado no Sítio Paredão, foi possível conversar com a Defesa Civil local e diagnosticar que a informação da localização da estação pluviométrica indicada na Figura 24 está desatualizada. Anteriormente, a estação estava localizada no prédio da Defesa Civil, porém, após uma reforma na edificação, a estação foi realocada para a Prefeitura Municipal de Ferraz de Vasconcelos. Este fato inviabiliza os estudos na sub-bacia, uma vez que não se enquadra em um dos critérios de elegibilidade.

No entanto, também foi realizada visita ao local e registradas imagens (Figura 25).



Figura 25: Imagens do ponto do exutório da sub-bacia T1.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

No local, foi possível diagnosticar a presença de resíduos na margem oposta da canalização (Figura 26).



Figura 26: Resíduos presos à estrutura de canalização.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Em conversa com os comerciantes locais foi relatada a ocorrência de diversos eventos de alagamento, os quais podem ser influenciados diretamente pela presença de resíduos no trecho canalizado. A possibilidade desses eventos acontecerem, inclusive, está como aviso em uma placa nas proximidades do rio (Figura 27).



Figura 27: Aviso de área sujeita a alagamento no exutório da sub-bacia T1.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Por fim, como mencionado anteriormente, a realocação da estação pluviométrica impede a realização dos estudos nesta sub-bacia.

Sub-bacia Tietê 3 (T3)

A Figura 28 ilustra a delimitação da sub-bacia do Córrego Novo Mundo (T3).

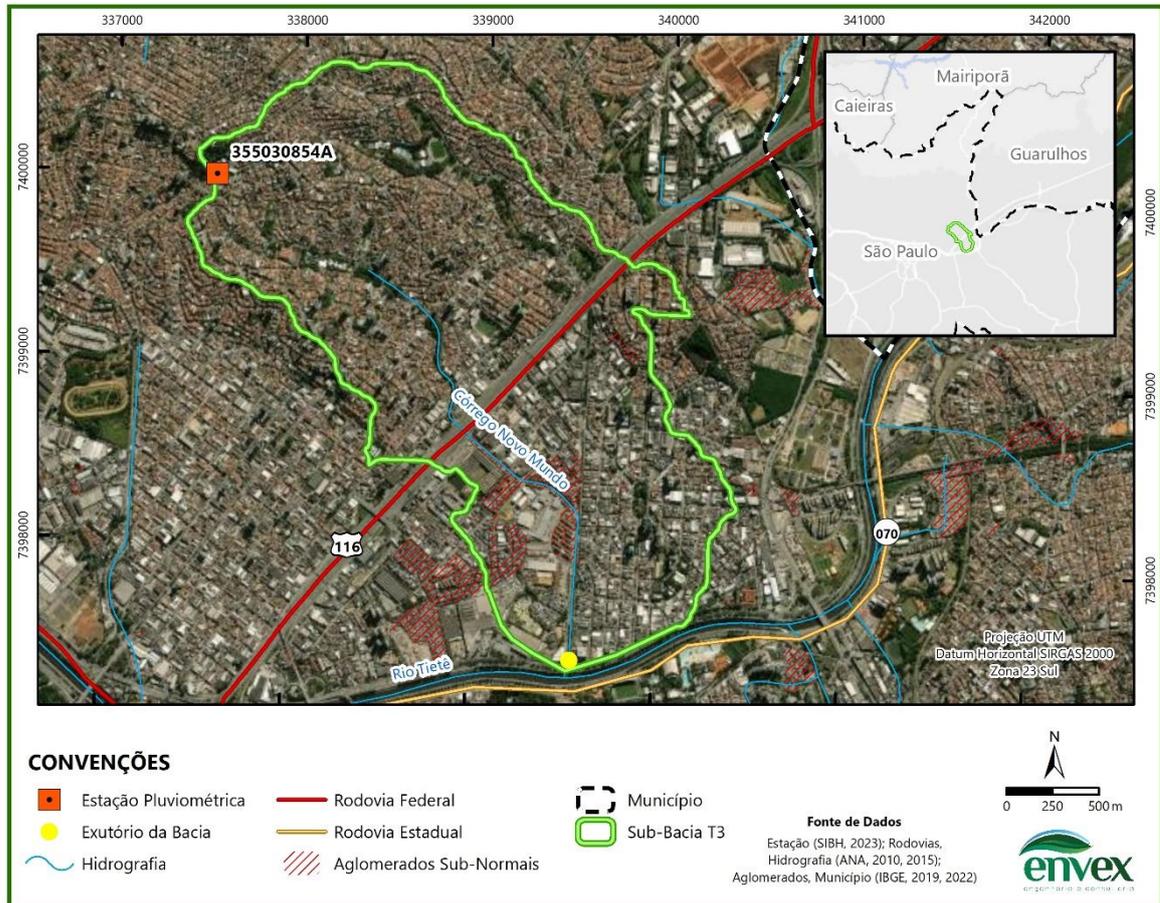


Figura 28: Delimitação da Sub-bacia do Córrego Novo Mundo (T3) em São Paulo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A área do exutório está localizada nas proximidades do ponto amarelo (Figura 28) no Parque Novo Mundo e foi visitada no dia 10 de maio de 2023. O curso hídrico, chamado de Córrego Novo Mundo, é um afluente direto do rio Tietê e foi retificado, tendo sua calha em concreto. As imagens do ponto são apresentadas na Figura 29.



Figura 29: Imagens da área do exutório na Sub-bacia do Córrego Novo Mundo (T3).

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A vazão identificada no dia, durante chuva leve, foi de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$, com uma profundidade média do leito no ponto de observação de 15 cm e a profundidade total do leito de 3,80m. Cabe pontuar que as calhas em concreto podem facilitar a ancoragem e instalação da barreira flutuante.

Vale destacar que durante a visita técnica foi possível identificar diversas moradias existentes no talude da calha do curso hídrico, além de diversos resíduos sendo carreados pela água. Somando-se a isso, foi informado pela equipe da Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT), que esteve presente durante a visita técnica, que o ponto já sofreu com evento severo de inundação, embora não frequente, derivado também do represamento formado pela cheia do rio Tietê logo à jusante.

No âmbito do manuseio inicial de resíduos que vierem a ser coletados do curso hídrico, a margem esquerda do rio (observador olhando no sentido do fluxo do rio) possui espaço adequado para realizar tal atividade, corroborando ainda por ter vias largas nas proximidades.

Na ocasião também foi possível visitar o local da estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN existente na região da sub-bacia, a qual está alocada no estacionamento do prédio da Prefeitura Regional – Vila Maria/Vila Guilherme (Figura 30).



Figura 30: Estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN existente na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Conforme as informações apresentadas, o local da sub-bacia T3 apresenta condições adequadas para a instalação da barreira flutuante para contenção e amostragem de resíduos sólidos, considerando que:

- Cumpre com as premissas adotadas como critérios de elegibilidade;
- Possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação na sub-bacia;
- Possui espaço lateral para manejo inicial dos resíduos.

Além disso, como destacado anteriormente, a calha do curso hídrico pode facilitar os processos de ancoragem e sustentação da barreira flutuante durante os períodos de amostragem.

4.3. Definição das sub-bacias representativas

A partir das avaliações realizadas em campo e apresentadas anteriormente, 4 sub-bacias foram desconsideradas em função das justificativas abaixo:

Área de Drenagem do Rio Pinheiros

- Sub-bacia P3 (Taboão da Serra):
 - Conforme relato dos técnicos da Sociedade Industrial, são constantes os eventos de inundação;
 - Local com excessiva deposição de sedimentos;
 - Possíveis riscos de danos às estruturas físicas do entorno.
- Sub-bacia P4 (São Paulo):
 - Terreno privado sob processos junto à CETESB;
 - Não foi permitida a entrada no local no dia da visita.

Área de Drenagem do Rio Tietê

- Sub-bacia T1 (Ferraz de Vasconcelos):
 - Estação de monitoramento pluviométrica do CEMADEN foi realocada para a Prefeitura Municipal.
- Sub-bacia T2 (Guarulhos):
 - Exutório dentro de área rural privada, não sendo permitido o acesso ao local;
 - Conforme relato dos comerciantes presentes no entorno, o ponto sofre com frequentes eventos de inundação, afetando negativamente os arredores;
 - Intervenções nas margens do rio colaboram para formação de processo de assoreamento.

Assim, outras 4 foram consideradas para análise e escolha, sendo 2 para cada área de drenagem. A Tabela 5 exhibe o detalhamento dos prós e contras de cada uma das sub-bacias consideradas aptas e viáveis para implantação da barreira flutuante.

Tabela 5: Pontos positivos e negativos em relação às sub-bacias aptas para instalação das barreiras flutuantes nas áreas de drenagem do rio Tietê e Pinheiros.

Sub-bacia		Prós	Contras
Área de drenagem do rio Pinheiros	P1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaço lateral para manuseio inicial dos resíduos; 2. Sub-bacia possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Área no entorno utilizada para descarte de resíduos diversos; 2. Não há estação de monitoramento fluviométrico no córrego avaliado para instalação da barreira flutuante.
	P2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaço lateral para manuseio inicial dos resíduos; 2. Sub-bacia possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação; 3. Administração do Cemitério demonstrou interesse em apoiar o estudo; 4. Bacia possui Plano Diretor de Drenagem. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não há estação de monitoramento fluviométrico no córrego avaliado para instalação da barreira flutuante.
Área de drenagem do rio Tietê	T3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaço lateral para manuseio inicial dos resíduos; 2. Sub-bacia possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação; 3. A calha do curso hídrico pode facilitar a ancoragem da estrutura de retenção de resíduos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Habitações construídas junto às margens do córrego; 2. Não há estação de monitoramento fluviométrico no córrego avaliado para instalação da barreira flutuante.
	T4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaço lateral para manuseio inicial dos resíduos; 2. Sub-bacia possui estação de monitoramento pluviométrico do CEMADEN em operação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Moradias construídas nas margens do rio; 2. Não há estação de monitoramento fluviométrico no córrego avaliado para instalação da barreira flutuante. 3. Construção de grande porte com formação de talude na margem do rio.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Com base no exposto na Tabela 5, na área de drenagem do rio Pinheiros as opções com viabilidade são a sub-bacia P1 (Itapecerica da Serra) e a sub-bacia do Córrego Jaguaré - P2 (São Paulo). Entre elas, a **sub-bacia do Córrego Jaguaré (São Paulo) apresenta melhores condições** de instalação da barreira flutuante de contenção de resíduos. Além dos pontos positivos destacados anteriormente, o rio Jaguaré possui maior seção e vazão e, por consequência, maior capacidade de transporte de resíduos. Além disso, a sub-bacia apresenta maior % de aglomerados subnormais em relação à sub-bacia P1, indicando maior possibilidade de concentração de resíduos nos cursos hídricos. Em adição, o trecho observado se situa nas dependências do Cemitério Israelita do Butantã e a administração do local mostrou pré-disposição para a instalação do equipamento.

Já na área de drenagem do rio Tietê, as opções com viabilidade são a sub-bacia do Córrego Novo Mundo - T3 (São Paulo) e a sub-bacia do Córrego Botina - T4 (Guarulhos). Entre elas, a **sub-bacia do Córrego Novo Mundo (São Paulo) apresenta melhores condições** de instalação da barreira flutuante de contenção de resíduos, uma vez que na sub-bacia do Córrego Botina existe uma grande obra com execução de aterros, onde os taludes estão próximos às margens do curso hídrico, podendo interferir diretamente no carreamento de sedimentos para o leito do rio. Ainda, no Córrego Novo Mundo a calha do rio é em concreto, o que pode auxiliar na ancoragem da barreira flutuante.

Vale pontuar que em ambos os casos, tanto a sub-bacia do Córrego Jaguaré quanto a sub-bacia do Córrego Novo Mundo, é possível percorrer a calha do manancial de forma acessível, facilitando avaliações à montante do ponto.

5. IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DAS BARREIRAS FLUTUANTES

Após a escolha das sub-bacias representativas, foram então avaliados os pontos para instalação das barreiras flutuantes, considerando a distância das travessias mais próximas, os quais são apresentados abaixo:

- **Ponto na Sub-bacia do Córrego Jaguaré (Butantã – São Paulo), (Figura 31 e Figura 32):**
 - Coordenadas UTM X: 318114; Y: 7389254;
 - Distância da travessia mais próxima: 60 metros.

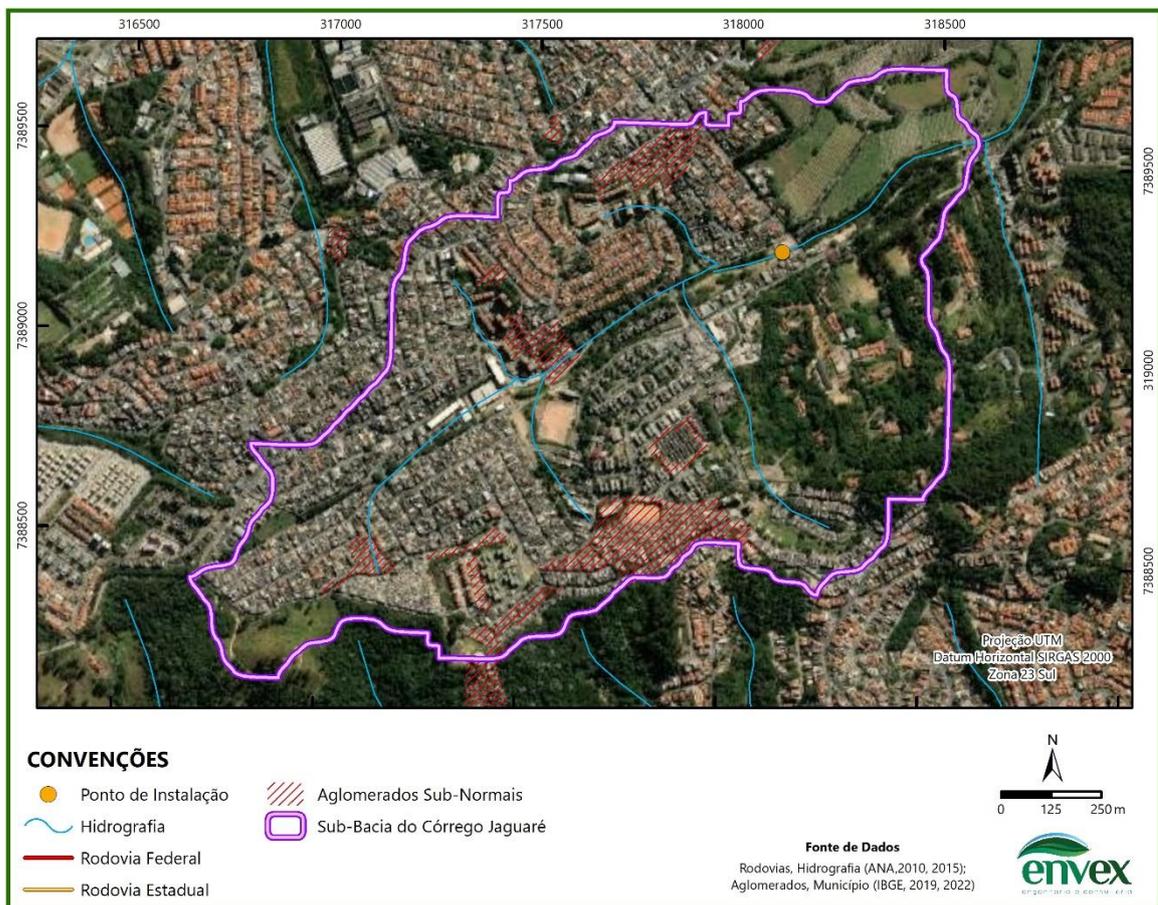


Figura 31: Visão geral do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 32: Visão aproximada do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

- **Ponto na Sub-bacia do Córrego Novo Mundo (Parque Novo Mundo – São Paulo/SP), (Figura 33 e Figura 34);**
 - Coordenadas UTM X: 339554; Y: 7397567;
 - Distância da travessia mais próxima: 100 metros.



Figura 33: Visão geral do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 34: Visão aproximada do ponto de instalação da barreira flutuante na sub-bacia do Córrego Novo Mundo.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Assim, de modo a garantir a captura de resíduos conforme exigido no Termo de Referência, foi dimensionado o seguinte sistema de barreira flutuante:

- Grade em inox de 100 x 50 cm e espaçamento interno de 9,5 x 5,5, unidas por cabo de aço inox 1/4";
- Pares de flutuadores, sendo 55 x 20 cm cada peça;
- Cabo de aço para conexão de 6,5 mm;
- Ancoragem lateral, formado por 4 chapeletas de 30kN e 4 chumbadores de 1/2 x 4", sendo dois na parte inferior e dois na parte superior da calha, unidos por cabo de aço.

A Figura 35 ilustra o módulo da barreira flutuante e a Figura 36 exhibe imagens da barreira flutuante em fase de testes em um curso hídrico localizado na Região Metropolitana de Curitiba.



Figura 35: Módulo da barreira flutuante formado pela grade e conjunto de flutuadores.
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 36: Barreira flutuante em fase de testes.
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Já as imagens abaixo exibem o projeto de barreira flutuante para o Córrego Jaguaré (Figura 37) e o projeto de barreira flutuante para o Córrego Novo Mundo (Figura 38). Os projetos com as dimensões de cada estrutura encontram-se no Anexo I e no Anexo II, respectivamente.

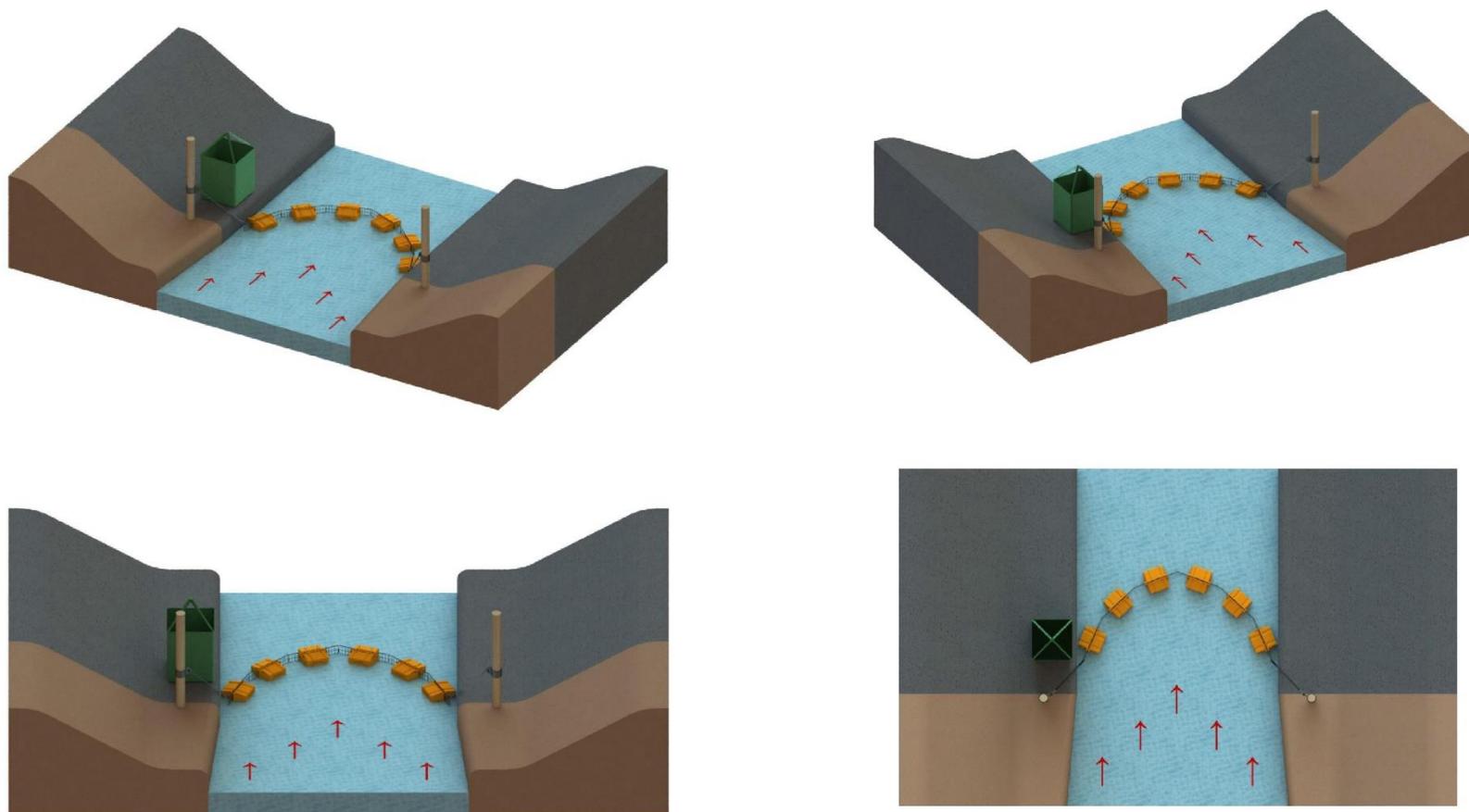


Figura 37: Visão lateral, superior e frontal da barreira flutuante a ser instalada na sub-bacia do Córrego Jaguaré em São Paulo/SP.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

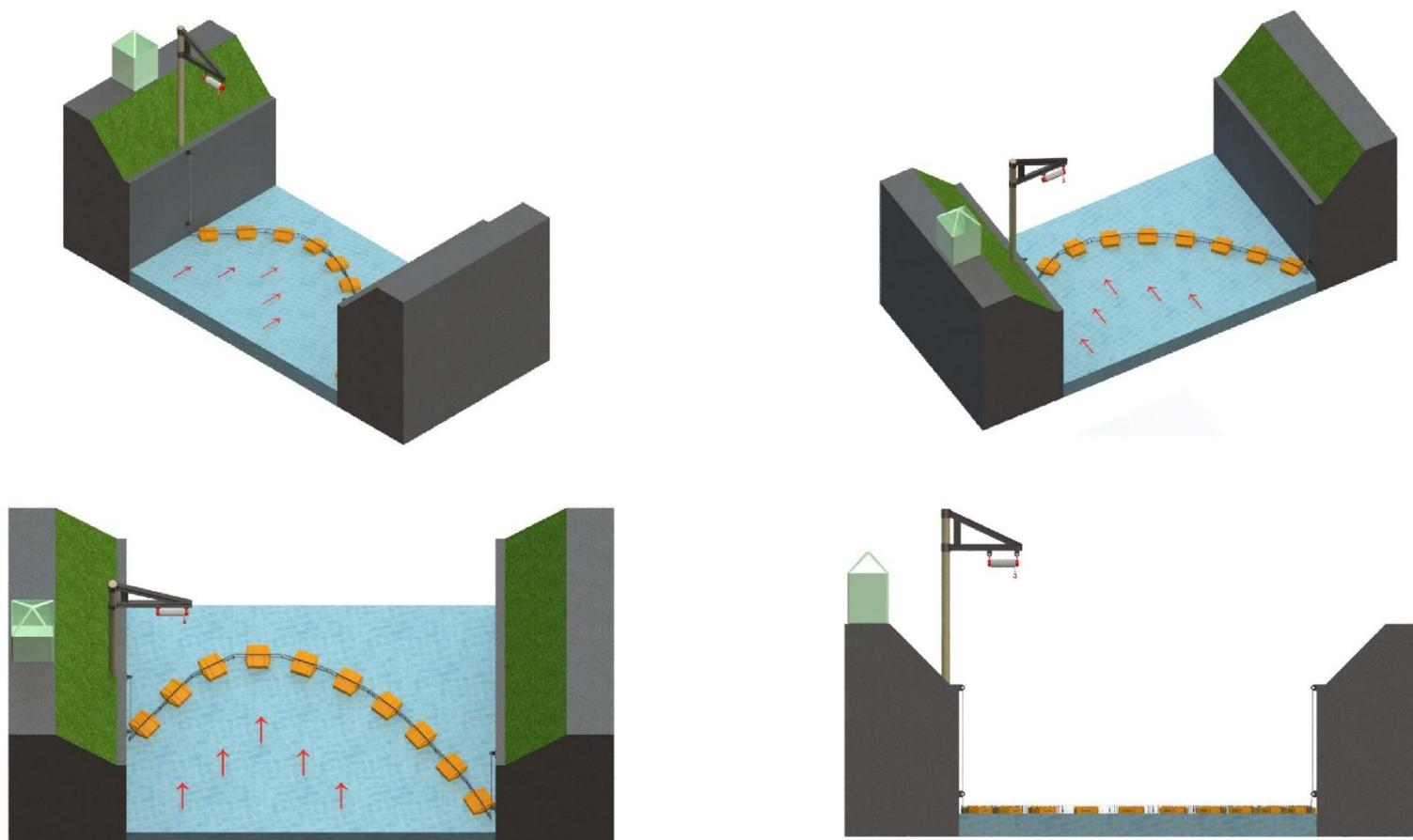


Figura 38: Visão lateral, superior e frontal da barreira flutuante a ser instalada na sub-bacia do Córrego Novo Mundo em São Paulo/SP.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Destaca-se que a operação das barreiras flutuantes consistirá em duas a três campanhas de amostragens por mês, ao longo dos 12 meses, sendo cada campanha de 24 horas, principalmente, vinculada a eventos de pluviosidade. Pontua-se que a barreira flutuante ficará instalada apenas durante período determinado exclusivo para amostragem. Após a amostragem a barreira flutuante será desinstalada.

Durante as 24 horas de amostragem, haverá o acompanhamento das atividades, com o intuito de monitorar e coletar os resíduos, de modo que não ocorra acúmulo de resíduos na barreira flutuante. É importante ressaltar que a determinação do período e o acompanhamento são medidas preventivas para evitar represamento da água. O processo geral de amostragem pode ser visualizado na Figura 39.

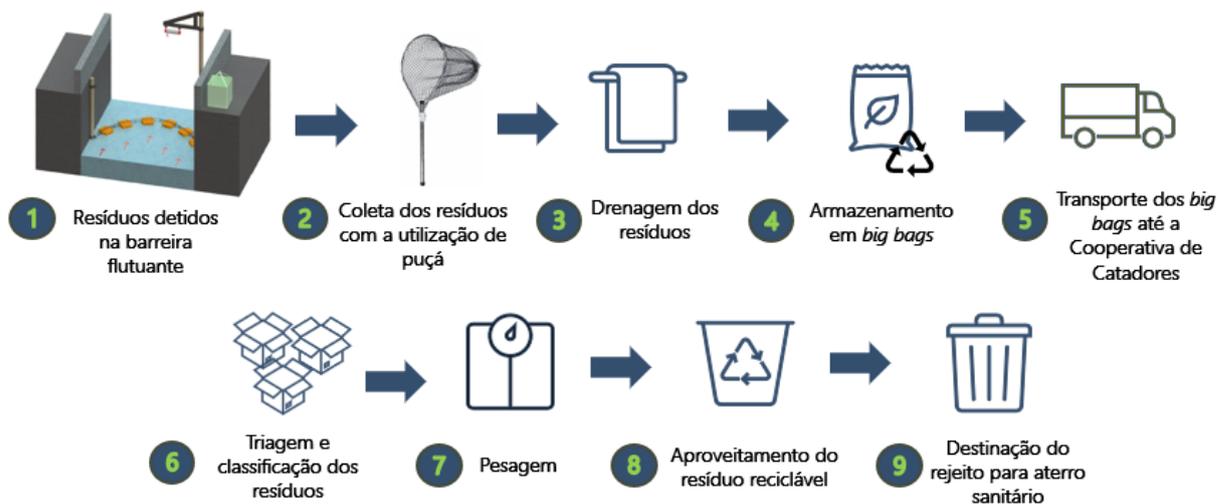


Figura 39: Processo geral de amostragem de resíduos sólidos coletados nas barreiras flutuantes.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

6. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DO MUNICÍPIO ONDE ESTÃO INSERIDAS AS SUB-BACIAS SELECIONADAS

A presença de resíduos nos cursos hídricos deriva de uma série de possibilidades, passando desde a falta de oferta de serviços públicos de coleta de resíduos sólidos urbanos, incluindo questões de habitação e educação ambiental até a falta de responsabilidade individual. Ou seja, a situação se mostra complexa frente a essa problemática que gera diversos impactos ambientais negativos.

Assim, de modo a dar base para futuras discussões ao longo deste estudo sobre o aporte de resíduos nos recursos hídricos das sub-bacias selecionadas, serão apresentados dados básicos preliminares a respeito do município de São Paulo. Ressalta-se que no Produto 3 – Diagnóstico deste PGIRS-AT serão apresentados os dados completos a respeito do município e da BHAT.

O município de São Paulo é o mais populoso do Brasil e um dos mais populosos do mundo, assim a temática de resíduos é trazida à tona como um dos principais desafios a serem gerenciados. A Tabela 6 exibe os dados demográficos do município.

Tabela 6: Dados demográficos de São Paulo.

Arranjo Populacional de São Paulo	Pop. Estimada (IBGE, 2021) ¹	12.396.372 habitantes
	População (SEADE, 2023) ²	12.005.755 habitantes
	Pop. Masculina ²	48%
	Pop. Feminina ²	52%
	Grau de Urbanização ²	99,1%
	Densidade Demográfica ²	7.892,8 hab./km ²

Fonte: ¹ IBGE (2021); ² SEADE (2023).

Em virtude da grande população, existe um grande trânsito de pessoas em todo o município e região metropolitana, especialmente entre os trabalhadores, formando populações que residem em um município, mas passam o dia em outro, o que interfere diretamente no quantitativo de resíduos gerados.

Nesse sentido, de acordo com o IBGE (1993) *apud* BERNAL (2021) a população flutuante é aquela que “se locomove e ocupa eventualmente domicílios classificados nos censos como de uso ocasional, não são submetidos a nenhum tipo de registro, dificultando assim a clareza de seu número”. Já para Godinho (2008), a população flutuante é aquela que se estabelece em uma área por um período determinado, não

contabilizada nos Censos Demográficos e geralmente ocupam domicílios classificados como “ocasionais” e “coletivos”, tornando-se difícil estimar tal quantitativo.

Em virtude disso, de modo a capturar dados e informações sobre essa temática para o município de São Paulo, foi realizada consulta à Fundação SEADE e à Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis, porém não foram identificadas informações relativas à população flutuante paulistana. Tentou-se ainda contato via telefone e e-mail com a Fundação SEADE, e tomou-se conhecimento que a Fundação realizou estudos de projeção de população flutuante para a região litorânea do estado de São Paulo, porém, não há estudos para a RMSP.

Também foi realizada consulta à Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento de São Paulo e foi encontrada a Pesquisa Origem-Destino 2017 realizada pelo Metrô/SP e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU)/Geoinfo (SÃO PAULO, 2017).

Tal pesquisa contabiliza a quantidade de viagens diárias por motivo no destino indicando a saída (produção de viagem) e entrada (atração de viagem) de pessoas nos distritos e bairros. Entre os motivos das viagens estão: trabalho (nos setores da indústria, comércio e serviços), educação, compras, saúde, lazer, procurar emprego, assuntos pessoais e refeição. Nesse sentido, tem-se que as sub-bacias do Córrego Jaguaré (P2) e do Córrego Novo Mundo (T3) estão situadas no Distrito de Raposo Tavares (subprefeitura Butantã) e Distrito de Vila Maria (subprefeitura de Vila Maria/Vila Guilherme), respectivamente. A Tabela 7 e Tabela 8 ilustram a entrada e saída de munícipes nos distritos de Raposo Tavares e Vila Maria, conforme cada motivo em específico.

Verifica-se que na sub-bacia P2 (Córrego Jaguaré), as pessoas realizam mais movimentos de saída por motivos de trabalho (serviços), saúde, refeição e trabalho (comércio), ao passo que o Distrito recebe mais pessoas com o motivo de educação, trabalho (indústria), assuntos pessoais, compras e lazer. O balanço total é de acréscimo de população no dia (71 viagens de atração), conforme Tabela 7.

Tabela 7: Balanço (atração - produção) de motivos de viagens no destino (P2).

Córrego Jaguaré - Raposo Tavares (Butantã)			
Motivo de viagem no destino	Produção	Atração	Balanço (Atração - Produção)
Trabalho (Serviços)	52.646	49.850	-2.795
Saúde	4.960	3.767	-1.193
Refeição	736	372	-365
Trabalho (Comércio)	12.876	12.666	-210
Procurar Emprego	599	599	0
Educação	69.913	69.995	83
Trabalho (Indústria)	13.007	13.639	631
Assuntos Pessoais	10.932	11.830	897
Compras	16.540	18.015	1.475
Lazer	4.144	5.693	1.549
Total	186.354	186.426	71

Fonte: Metrô/SP. Organizado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Na sub-bacia T3 (Córrego Novo Mundo), as pessoas realizam mais movimentos de saída por motivos de educação, assuntos pessoais, procurar emprego, trabalho (serviços e comércio), enquanto o Distrito recebe mais pessoas com motivos de trabalho (indústria), refeição, compras, saúde e lazer. O balanço total é de decréscimo de população no dia (2.080 viagens de produção), conforme Tabela 8.

Tabela 8: Balanço (atração - produção) de motivos de viagens no destino (T3).

Córrego Novo Mundo - Vila Maria (Vila Maria/Vila Guilherme)			
Motivo de viagem no destino	Produção	Atração	Balanço (Atração - Produção)
Educação	78.136	75.062	-3.075
Assuntos Pessoais	13.466	12.461	-1.005
Procurar Emprego	2.140	1.598	-542
Trabalho Serviços	75.937	75.553	-384
Trabalho Comércio	19.904	19.613	-291
Trabalho Indústria	19.175	19.308	134
Refeição	2.202	2.416	214
Compras	6.831	7.095	264
Saúde	20.761	21.583	821
Lazer	7.757	9.540	1.783
Total	246.309	244.229	-2.080

Fonte: Metrô/SP. Organizado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

No entanto, a Pesquisa Origem e Destino foi realizada entre junho de 2017 e outubro de 2018, ou seja, não se pode garantir a validade dessas relações atualmente. Somado a isso, não existe estimativa oficial de geração de resíduos individualizada por bairro ou por bacia, o que dificulta o estabelecimento de correlação direta entre essas viagens e o possível quantitativo de resíduo a ser gerado no local conforme cada motivo de viagem e, posteriormente, indicar alguma possível relação com os resíduos identificados nos cursos hídricos.

Na sequência, sobre o atendimento de coleta de esgoto, tem-se que, conforme dados do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de São Paulo, no ano de 2017 era estimado 86% de atendimento com coleta de esgoto em relação ao total gerado, sendo 70% do total gerado tratado (SÃO PAULO, 2019). Já em 2022 tais dados foram atualizados pela CETESB e apresentados no Relatório de Situação da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, sendo 89,5% de atendimento com coleta de esgoto e 65,34% de proporção de efluente doméstico tratado em relação ao efluente doméstico total gerado (CBH-AT, 2022). Em complemento, demais dados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Dados do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário de São Paulo.

População atendida pelo sistema de abastecimento de água (IN055)*	100%
Rede de distribuição de água (AG005)*	23.195 km
Produção de água (AG006)*	144 mil m ³ /ano
População atendida com coleta de esgoto**	89,5%
Rede de coleta e tratamento de esgoto (ES004)*	18.361 km
Coleta de esgoto (ES005)*	531.790 mil m ³ /ano
Tratamento de esgoto (ES006)*	520.356 mil m ³ /ano

Fonte: Adaptado SNIS (2021)* e CBH-AT (2022)**.

Ainda, o PMSB de São Paulo indica que mais de 40% do esgoto gerado que não é tratado é lançado nos sistemas de drenagem, situação causada tanto pela inexistência de sistemas de esgotamento, quanto pela falta de conectividade entre as redes existentes ou ainda pelos domicílios que não são conectados às redes de coleta (SÃO PAULO, 2019).

Em relação aos resíduos sólidos, 99,1% da população é atendida pelo sistema de coleta convencional e aproximadamente 75% da população urbana é atendida com

coleta seletiva porta-a-porta, registro de 33.614 t/ano coletadas de resíduos recicláveis em 2021, assim como pode ser observado na Tabela 10 (SNIS, 2021).

Tabela 10: Dados dos resíduos sólidos de São Paulo.

População atendida pelo sistema de coleta (IN015)	99,1%
Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município (IN030)	74,91%
Coleta de resíduos sólidos e públicos (CO119)	3.936.146 t/ano
População atendida com coleta de resíduos 2 a 3 vezes na semana (CO135)	58%
População atendida com coleta de resíduos uma vez na semana (CO136)	36%
População atendida diariamente com coleta de resíduos (CO134)	6%

Fonte: Adaptado de SNIS (2021).

Importante ressaltar que no decorrer das análises esses dados serão validados, de modo a traçar relações entre atendimento de coleta com quantitativo de resíduos nos rios, entre outras correlações possíveis.

Já no que concerne à qualidade da água dos cursos hídricos que permeiam as áreas urbanas, tem-se que mais de 30% da poluição que os atinge advém da poluição difusa, transportada e lançada nos corpos hídricos pelo sistema de drenagem, tendo como fatores cruciais as ligações de esgoto nos sistemas de drenagem e do resíduo não coletado (SÃO PAULO, 2019). Além disso, o PMSB também indica as principais fontes de poluição difusa nos corpos hídricos, as quais são (SÃO PAULO, 2019):

- *“Utilização das vias pelos veículos, ocasionando a abrasão e o desgaste do pavimento, resíduos de combustível, óleos e graxas, deixados por veículos;*
- *Fezes de animais depositados nas ruas, coberturas de edificações etc.;*
- *Lixo depositado nas vias públicas pelos transeuntes e lixo depositado irregularmente nas vias;*
- *Atividades de obras e construções, gerando resíduos inertes;*
- *Poluição atmosférica que se deposita no solo ou que é transportada pela chuva durante a precipitação”.*

Em complemento aos dados gerais sobre saneamento no município de São Paulo, também foi possível coletar dados regionalizados para cada sub-bacia selecionada, tanto aspectos físicos e de atendimento de serviços públicos, quanto institucionais, os quais são apresentados a seguir.

6.1. Sub-bacia Córrego Jaguaré (P2)

A sub-bacia do Córrego Jaguaré está localizada na zona oeste do município de São Paulo, com seu exutório nas imediações do Cemitério Israelita do Butantã, e possui cerca de 1,78 km² de área de drenagem. A altitude média da bacia é de 798 m e a declividade é de 6,94°, sendo o curso d'água principal o Córrego Jaguaré, com enquadramento, segundo o PBH-AT na classe 4. O uso e ocupação do solo na bacia se destaca por ter 99,06% de área urbanizada e 8,20% da área ocupada por aglomerados subnormais.

O Caderno de Drenagem do Córrego Jaguaré elaborado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB) e a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) traz diversos aspectos físicos de toda a bacia, estudos hidrológicos, alternativas propostas para melhorias da macrodrenagem, áreas sujeitas a inundação, entre outros pontos pertinentes para o contexto (SÃO PAULO, 2016). A partir disso, foi possível identificar duas áreas sujeitas à inundação na área de análise, como também avaliações climatológicas de pluviosidade, as quais darão suporte para as próximas etapas desse estudo.

Em complemento, de acordo com os dados amostrais do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, nos domicílios visitados na sub-bacia do Córrego Jaguaré, 96,9% desses são atendidos pela rede geral de esgoto e 3,1% fazem a destinação sanitária por outras vias como fossa séptica, fossa rudimentar, valas, corpos hídricos ou outros escoadouros (IBGE, 2010). Em relação ao abastecimento de água cerca de 99,7% dos domicílios são abastecidos pela rede geral de distribuição. Já em relação à coleta de resíduos, todos os domicílios são atendidos por serviços de coleta.

No que concerne à instrumentação da sub-bacia em termos pluviometria (chuva) e fluviometria (nível d'água e vazão), a Tabela 11 e a Figura 40 apresentam a localização espacial das estações de monitoramento – de responsabilidade do CEMANDEN e do DAEE – existentes nas proximidades da sub-bacia do Córrego Jaguaré. A tabela também apresenta informações sobre quais dados estão disponíveis, e períodos de disponibilidade dos dados de chuva e de vazão. Cabe lembrar que a única estação localizada na área de drenagem da sub-bacia selecionada é a estação pluviométrica Jardim João XXIII (código 355030896A, do CEMADEN); as demais se localizam nas áreas do entorno, porém, fora da área de drenagem da sub-bacia selecionada. Em termos de dados fluviométricos, há nas proximidades duas estações com dados de vazão –

códigos P273 (Ponto 19, Figura 40) e P284 (Ponto 24, Figura 40), ambas do DAEE—localizadas respectivamente a cerca de 3 km e 4 km da área da sub-bacia do Córrego Jaguaré.

Uma avaliação dos dados existentes será realizada posteriormente para apoiar as análises de correlação e de causa e efeito para a sub-bacia em questão. Esses dados também irão subsidiar o planejamento das amostragens que serão realizadas nas barreiras flutuantes.

A partir da avaliação dos períodos de disponibilidade de dados (Tabela 11), entende-se que em termos de precipitação, os dados existentes e estações atualmente em operação são suficientes; em termos de vazão, como já observado na etapa de definição das sub-bacias representativas, não há estação fluviométrica localizada no córrego onde será instalada a barreira flutuante e nem na área de drenagem da sub-bacia selecionada.

Tabela 11: Estações com dados pluviométricos e fluviométricos nas proximidades da sub-bacia do Córrego Jaguaré.

ID	Órgão	Código	Estação	Latitude	Longitude	Dado disponível	Dados de chuva		Dados de vazão	
							Início	Fim	Início	Fim
2	CEMADEN	355030896A	Jardim João XXIII	-23.6	-46.789	Precipitação	01/12/2014	30/04/2023	-	-
3	CEMADEN	353440102A	Jaguaribe	-23.561	-46.784	Precipitação	13/10/2014	30/04/2023	-	-
4	CEMADEN	355030801A	Jardim Paulistano	-23.582	-46.751	Precipitação	10/10/2013	30/04/2023	-	-
5	CEMADEN	355280902A	Jardim São Judas	-23.6263	-46.8045	Precipitação	01/12/2014	30/04/2023	-	-
6	CEMADEN	355280901A	Jardim Vila Sônia	-23.6212	-46.7782	Precipitação	01/12/2014	30/04/2023	-	-
7	CEMADEN	355280904A	Parque Assunção	-23.604	-46.762	Precipitação	01/12/2014	30/04/2023	-	-
8	CEMADEN	355280903A	Parque Laguna	-23.611	-46.798	Precipitação	01/12/2014	25/06/2015	-	-
9	CEMADEN	351300906A	Santa Isabel	-23.585	-46.817	Precipitação	02/12/2014	30/04/2023	-	-
18	DAEE	P334	RPO-2 - Portuguesinha	-23.616	-46.793	Precipitação, Nível d'água	15/04/2009	22/05/2023	-	-
19	DAEE	P273	Córrego Poá - Foz**	-23.605	-46.754	Precipitação, Nível d'água, Vazão	04/12/2006	22/05/2023	01/02/2010*	25/11/2020*
20	DAEE	P337	RPI-7 Eliseu de Almeida - Butantã	-23.606	-46.749	Precipitação, Nível d'água	19/03/2009	22/05/2023	-	-
21	DAEE	P580	Córrego Itaim - Rua Joaquim L. Veiga (PMSP/BT-03)	-23.582	-46.775	Precipitação, Nível d'água	18/08/2014	22/05/2023	-	-
24	DAEE	P284	Córrego Jaguaré - Rua Jorge Ward**	-23.568	-46.757	Precipitação, Nível d'água, Vazão	01/01/2006	22/05/2023	21/01/2010*	25/04/2023*

*não há informação sobre a validade da curva-chave da seção.

**estação se localiza fora da área de drenagem da sub-bacia selecionada.

Fonte: CEMADEN (2023) e DAEE (2023). Organizado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

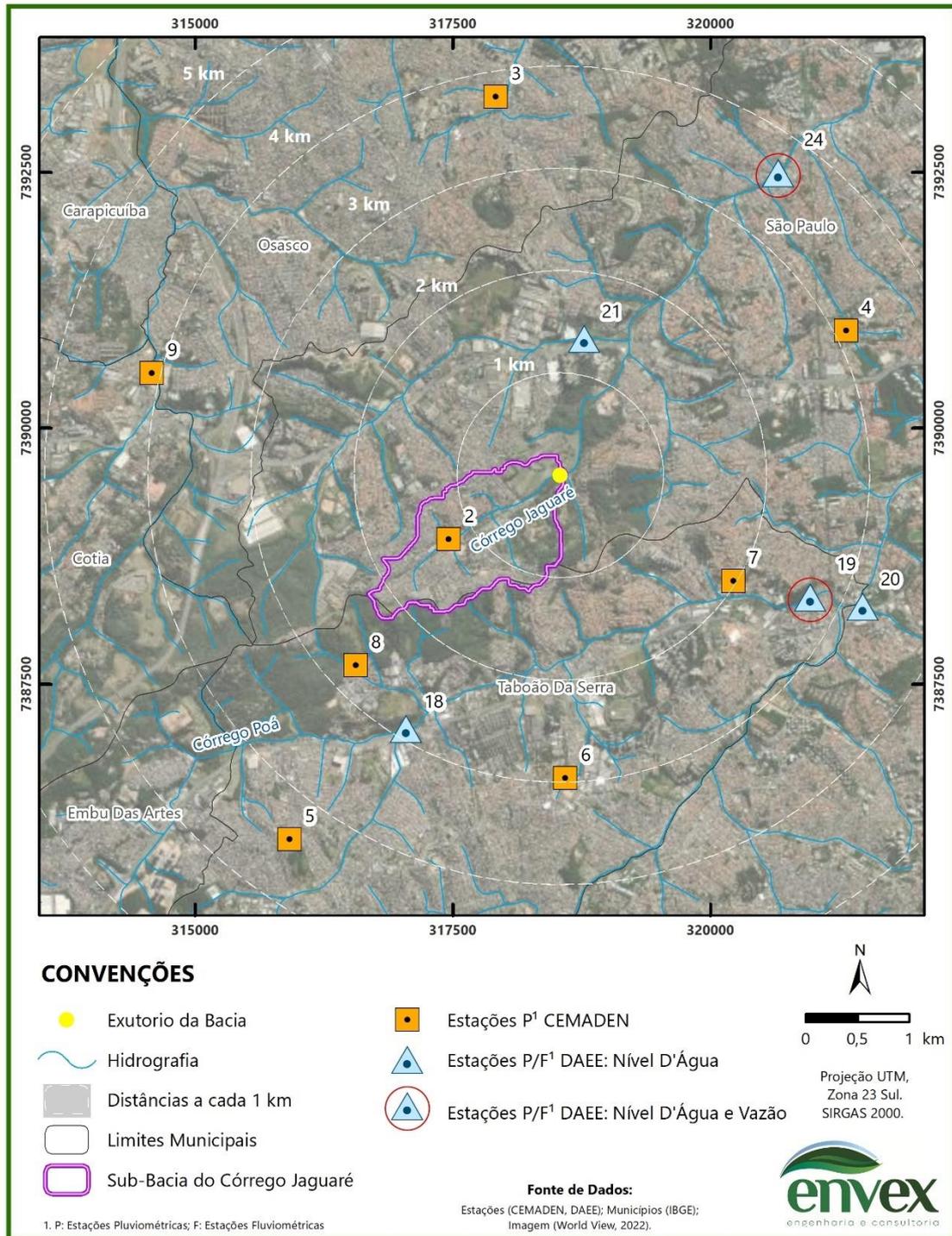


Figura 40: Localização das estações pluviométricas e fluviométricas em relação à sub-bacia do Córrego Jaguaré.

Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Em relação aos aspectos institucionais, a sub-bacia do Córrego Jaguaré (P2) compreende os seguintes bairros: Jardim Esmeralda, Jardim Arpoador, Arpoador, Jardim Paulo VI, Jardim João XXIII, Jardim Uirapuru (São Paulo, 2022). Nesse território, existem órgãos, organizações e ações voltadas para resíduos e corpos hídricos. Institucionalmente, têm-se:

- **Coordenação de Educação Ambiental e Cultura de Paz, Universidade Aberta do Meio Ambiente e Cultura de Paz (CEA/UMAPAZ):** é o órgão gestor da Política Municipal de Educação Ambiental de São Paulo. Dentre suas funções está promover, assegurar e fomentar a Educação Ambiental da cidade de São Paulo; oferecer atividades e cursos que incentivem a participação social na melhoria ambiental e na cultura de paz; promover a educação ambiental como forma de conscientizar sobre os cuidados com os recursos; entre outros. Seu corpo profissional é composto por equipe multidisciplinar e se divide em 6 setores: Escola Municipal de Jardinagem; Divisão de Formação em Educação Ambiental e Cultura de Paz; Divisão de Difusão e Projetos em Educação Ambiental e Cultura de Paz; Divisão dos Planetários Municipais; Escola de Agroecologia de Parelheiros; e Biblioteca Espaço Sapucaia. A UMAPAZ atende principalmente crianças e adolescentes de todas as regiões do município (UMAPAZ, 2020);
- **Programa de Educação Ambiental (PEA) da Sabesp:** desenvolve, no município, formação de agentes e educadores ambientais locais empenhados na preservação ambiental, entre outras atividades (PEA, s.d.);
- **Coordenadoria de Educação Ambiental (CEA):** faz parte da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL) e tem como objetivo concretizar o exposto nas Políticas Nacional e Estadual de Educação Ambiental por meio de seus eixos de atuação e pelo desenvolvimento de programas e projetos que permeiam as políticas de gestão ambiental (CEA, s.d.). Gerência o Portal de Educação Ambiental, que possui divulgação constante de ações, cursos e palestras nas quais a sociedade civil pode se envolver, além de possuir informativos sobre meio ambiente, política ambiental e orientação para professores sobre educação ambiental (Portal de Educação Ambiental, s.d.);

- **Programa Novo Rio Pinheiros:** tem como objetivo revitalizar o rio através da ação de diversos órgãos públicos em parceria com a sociedade. A meta até o fim de 2022 era de reduzir o esgoto lançado em seus afluentes, melhorar a qualidade das águas e integrá-lo completamente à cidade. Por ser um rio urbano, com o projeto de despoluição concluído não haverá potabilidade, mas sim a melhora do odor existente, o abrigo de vida aquática e a recuperação ambiental e paisagística do seu entorno (São Paulo, 2019). Até março de 2023, o programa somou 100.262 toneladas de resíduo sólido retirados do corpo do Rio Pinheiros. Até 2021, o trecho revitalizado na margem oeste do Rio Pinheiros somava 8,2 km entre a sede do Pomar Urbano e a Ponte Cidade Jardim e se iniciou o contrato para a revitalização do segundo trecho entre as pontes Cidade Jardim e a área de Retiro da CPTM, com 8,9 quilômetros (São Paulo, 2019);
- **Cata-Bagulho:** a prefeitura de São Paulo promove uma ação mensal de coleta de materiais inservíveis como móveis velhos, eletrodomésticos quebrados, pedaços de madeira e metal e restos de poda com o objetivo central de impedir que estes sejam depositados em vias públicas, córregos e terrenos baldios. Tal ação gratuita é intitulada Cata-Bagulho e, na subprefeitura Butantã (à qual a região da sub-bacia pertence), é operada, pela Eccos Ambiental (São Paulo, 2023).

Além disso, a Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal das Subprefeituras (SMSUB), disponibiliza 121 áreas para a disposição regular dos resíduos da construção e demolição de pequenos geradores. Esses locais também são pontos de educação ambiental e de incentivo à redução de geração e reciclagem (São Paulo, 2022). Nesse sentido, a Subprefeitura Butantã possui 4 Ecopontos, sendo eles:

- Ecoponto Jardim Maria do Carmo: Rua Caminho do Engenho, nº 800 - Ferreira;
- Ecoponto Jardim Jaqueline: Rua Walter Brito Belletti - Jardim Raposo Tavares;
- Ecoponto Politécnica: Praça Nilton Vieira de Almeida - Vila Antônio;
- Ecoponto Giovani Gronchi: Av. Giovani Gronchi, nº 3413 - Morumbi.

6.2. Sub-bacia Córrego Novo Mundo (T3)

A sub-bacia do Córrego Novo Mundo está localizada na zona norte do município de São Paulo, com seu exutório próximo à Marginal Tietê, na Avenida Morvan Dias de Figueiredo, e cerca de 6,69 km² de área de drenagem. A altitude média da bacia é de 748 m e a declividade é de 3,52°, sendo o curso d'água principal o Córrego Novo Mundo, afluente do Rio Tietê, com enquadramento na classe 4 segundo o PBH-AT. O uso e ocupação do solo na bacia se destaca pelos 100% de área urbanizada e 3,40% da área ocupada por aglomerados subnormais.

Diferente da sub-bacia do Córrego Jaguaré, esta sub-bacia ainda não possui Caderno de Drenagem elaborado pela SIURB e FCTH com detalhamento da macrodrenagem e demais aspectos correlacionados.

Em relação ao atendimento de serviços de esgotamento sanitário, abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos, conforme dados amostrais do Censo IBGE 2010, na sub-bacia do Córrego Novo Mundo, 98,4% dos domicílios são atendidos pela rede geral de esgoto e apenas 1,51% fazem a destinação sanitária por outras vias como fossa séptica, fossa rudimentar, valas, corpos hídricos ou outros escoadouros. Em relação ao abastecimento de água, cerca de 99,8% dos domicílios são abastecidos pela rede geral de distribuição. Já em relação à coleta de resíduos sólidos, 99,9% dos domicílios são atendidos por serviços de coleta.

Em termos de pluviometria (chuva) e fluviometria (nível d'água e vazão), a Tabela 12 e a Figura 41 apresentam a localização espacial das estações existentes na região do Córrego Novo Mundo, o órgão responsável pela operação (CEMADEN ou DAEE), além de informações sobre dados disponíveis, e disponibilidade de dados de chuva e de vazão. Ressalta-se que a única estação localizada na área da sub-bacia selecionada é a estação pluviométrica Vila Maria (código 355030854A, do CEMADEN) enquanto as demais se localizam nas proximidades. Assim como para a sub-bacia do Córrego Jaguaré, estes dados serão avaliados posteriormente e subsidiarão o planejamento das amostragens nas barreiras flutuantes. Observa-se, na Tabela 12, que em termos de precipitação os dados existentes podem ser considerados suficientes em função do número de estações e período; já em termos de fluviometria, as estações existentes medem apenas o nível d'água, e como já observado na etapa de definição das sub-bacias representativas, não foi identificada nenhuma estação fluviométrica na área de drenagem da sub-bacia do Córrego Novo Mundo. Também se observa que há uma

estação pluviométrica do DAEE (código P540) muito próxima, ou no mesmo local em que a estação Vila Maria está localizada.

Tabela 12: Estações com dados pluviométricos e fluviométricos nas proximidades da sub-bacia do Córrego Novo Mundo.

ID	Órgão	Código	Estação	Latitude	Longitude	Dado disponível	Dados de chuva		Dados de vazão	
							Início	Fim	Início	Fim
1	CEMADEN	355030854A	Vila Maria	-23.502	-46.591	Precipitação	10/10/2013	30/04/2023	-	-
10	CEMADEN	355030811A	AC Santana	-23.502	-46.629	Precipitação	04/09/2013	30/04/2023	-	-
11	CEMADEN	355030879A	Av. Tucuruvi	-23.481	-46.604	Precipitação	01/12/2014	30/04/2023	-	-
12	CEMADEN	355030813A	Jardim Guapira	-23.457	-46.584	Precipitação	01/03/2015	28/04/2023	-	-
13	CEMADEN	355030826A	Mooca	-23.547	-46.596	Precipitação	01/03/2015	30/04/2023	-	-
14	CEMADEN	355030890A	Penha	-23.518	-46.553	Precipitação	01/03/2015	10/04/2017	-	-
15	CEMADEN	355030866A	Penha 3	-23.519	-46.521	Precipitação	01/03/2015	30/04/2023	-	-
16	CEMADEN	351880007A	Vila Itapegica	-23.480	-46.552	Precipitação	01/02/2015	30/09/2018	-	-
17	DAEE	P540	Vila Maria - Vila Guilherme (PMSP/MG-01)	-23.502	-46.592	Precipitação, Temperatura, UR, Pressão	28/05/2013	22/05/2023	-	-
22	DAEE	P590	Córrego Tiquatira Foz - Rua Amorim Diniz (PMSP/PE-04)	-23.514	-46.546	Nível d'água	16/10/2014	04/04/2019	-	-
23	DAEE	P346	Rio Tietê - Barragem da Penha Jusante	-23.502	-46.542	Precipitação, Nível d'água	01/01/2006	22/05/2023	-	-
25	DAEE	P5	Rio Tietê - Belenzinho	-23.530	-46.595	Precipitação	01/01/2006	22/05/2023	-	-

Fonte: CEMADEN (2023) e SAISP (2023).. Organizado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

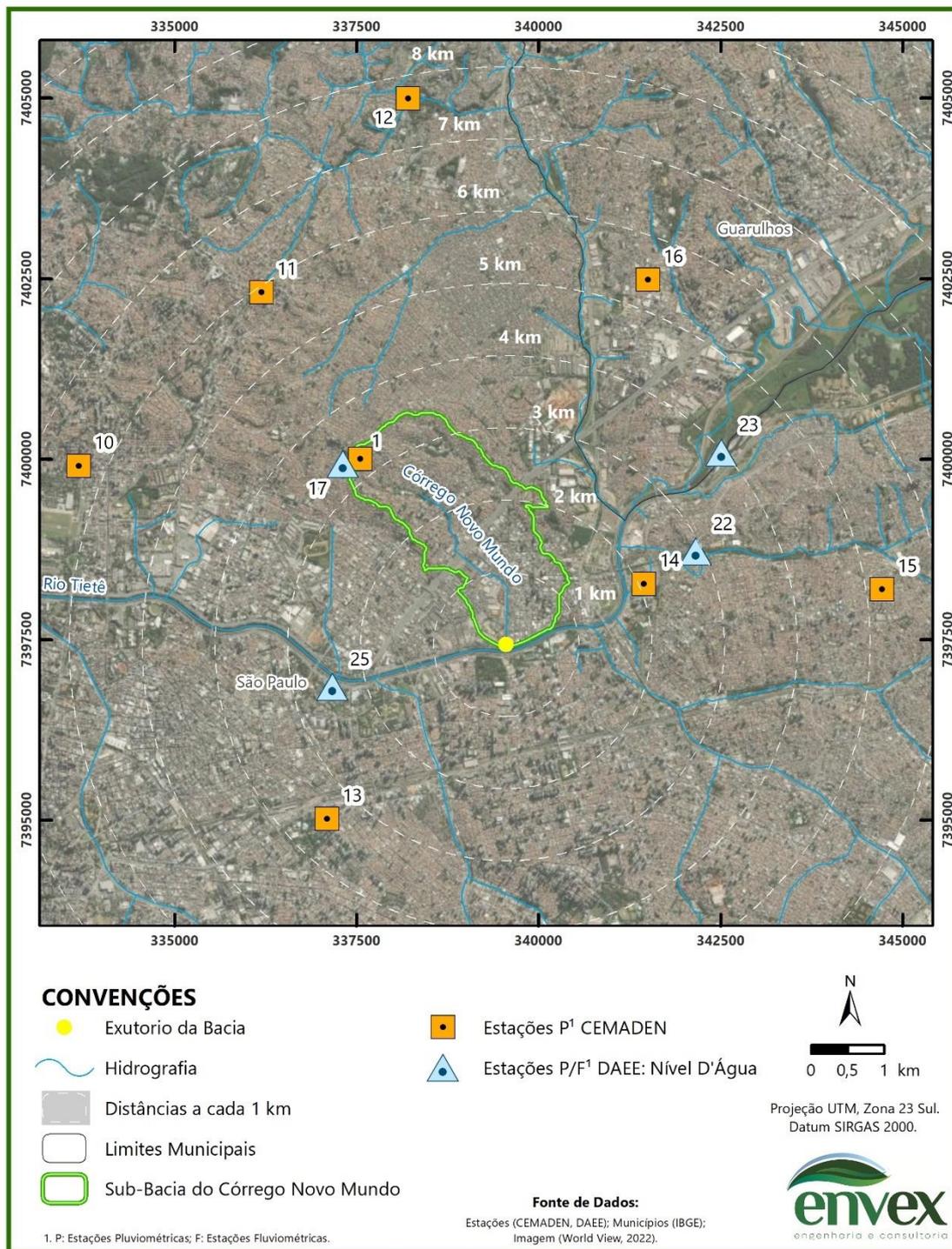


Figura 41: Localização das estações pluviométricas e fluviométricas em relação à sub-bacia do Córrego Novo Mundo.

Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A sub-bacia do Córrego Novo Mundo está sob responsabilidade da subprefeitura de Vila Maria/Vila Guilherme e compreende, mais especificamente, os seguintes bairros: Parque Novo Mundo, Jardim Andaraí, Vila Maria Alta e Jardim Japão (São Paulo, 2022).

Em relação à Operação Cata Bagulho, já descrita no item anterior, a coleta é realizada pela Limpa São Paulo nessa região. Os Ecopontos existentes nesse território são (São Paulo, 2022):

- Ecoponto Vila Guilherme: Rua José Bernardo Pinto, nº 1480 - Vila Guilherme;
- Ecoponto Vila Sabrina: Av. dos Poetas, nº 931 - Jardim Julieta;
- Ecoponto Vila Maria: Rua Curuçá, nº 1.700 - Vila Maria (mais próximo do ponto escolhido da sub-bacia).

A região, recentemente, vem passando por obras de melhoria nas galerias subterrâneas, uma vez que as enchentes na região são um problema constante para os moradores (São Paulo, 2023).

Além do mais, algumas ações de educação ambiental foram registradas na região de Vila Maria e Vila Guilherme, principalmente nas semanas do meio ambiente contando com o apoio da Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho (São Paulo, 2019).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição de sub-bacias representativas na BHAT, com o intuito de estudar o aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos, passou por diversas etapas técnicas de pré-seleção, além de visitas *in loco*. Os resultados possibilitaram estabelecer duas sub-bacias de cada área de drenagem (rio Pinheiros e rio Tietê) como viáveis para instalação das barreiras flutuantes. Por fim, foram selecionadas as sub-bacias do Córrego Jaguaré - P2 (São Paulo) e do Córrego Novo Mundo - T3 (São Paulo) como as mais adequadas para a realização dos estudos, em virtude do cumprimento das premissas adotadas como critérios de elegibilidade e adequadas condições constatadas em campo.

Tem-se, nesse sentido, que na área de drenagem do rio Pinheiros, entre as duas sub-bacias viáveis para instalação da estrutura de retenção de resíduos, a sub-bacia do Córrego Jaguaré – P2 (São Paulo) cumpre com critérios de elegibilidade: tem estação pluviométrica na sub-bacia, possui maior seção e vazão em relação à sub-bacia P1 e, por consequência, maior probabilidade de transporte de resíduos. Além disso, apresenta maior percentual de aglomerados subnormais em relação à sub-bacia P1, indicando maior possibilidade de concentração de resíduos nos cursos hídricos.

Já na área de drenagem do rio Tietê, entre as opções com viabilidade, a sub-bacia do Córrego Novo Mundo – T3 (São Paulo) também cumpre com os critérios de elegibilidade: tem estação pluviométrica na sub-bacia e, em comparação com a sub-bacia do Córrego Botina (T4), localizado em Guarulhos, tem menor possibilidade de mudanças no local ao longo do ano de análises. Em consonância, possui estruturas de retificação do curso hídrico em concreto, as quais podem auxiliar na instalação de estruturas de ancoragem para a retenção de resíduos.

Destaca-se que, a experiência internacional sobre o uso de barreiras flutuantes tem como foco principal a correlação entre dados de precipitação e resíduos sólidos coletados. Adicionalmente, entende-se que a compreensão do regime das vazões que passam pela estrutura ajuda a melhorar as correlações e também a eficiência de captura de resíduos, além de ser uma informação útil quando se quer transportar os dados do projeto piloto para outras situações ou sub-bacias.

Desta forma, uma vez que as sub-bacias selecionadas não possuem medições de vazão, sugere-se que sejam instaladas estações fluviométricas automáticas, que

permitirão o monitoramento contínuo da vazão e do nível d'água. Ainda, sugere-se que sejam realizadas medições de vazão considerando diferentes profundidades/cotas do corpo hídrico, de modo a permitir a obtenção da curva-chave. Considerando as características dos córregos Jaguaré e Novo Mundo, no caso de medições de vazões com uso de molinete mecânico, por exemplo, deve ser adotado o método de verticais fixas, com variações não superiores a 5 cm.

Sugere-se que o monitoramento automático das vazões seja realizado continuamente durante o período de 12 meses, e que as medições de vazão sejam realizadas concomitantemente às campanhas de coletas de resíduos sólidos. Importante mencionar que os equipamentos a serem instalados, bem como as metodologias detalhadas das medições, deverão passar por aprovação do GAT e da FABHAT.

Ainda vale pontuar que, em ambos os pontos selecionados para a instalação das barreiras flutuantes, existem espaços laterais adequados para manuseio inicial dos resíduos a serem coletados dos cursos hídricos e que posteriormente serão amostrados.

Com base nos diagnósticos preliminares da oferta de serviços públicos e engajamento local, no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos, pode-se perceber que existem contrastes entre existência de estruturas de suporte no gerenciamento de resíduos e a presença destes nos cursos hídricos, que devem ser confirmados em campo, realizando investigações e correlações que extrapolam o campo do gerenciamento de resíduos sólidos, considerando também as próprias relações institucionais com a população do entorno e as ações de educação ambiental, por exemplo.

Por fim, este estudo se mostra como oportunidade para aprofundar o conhecimento sobre a interrelação entre resíduos sólidos e recursos hídricos, além de ser a base para a criação de um plano de ação que irá conter propostas de ações estruturais e não estruturais para a BHAT, o qual será incorporado ao conjunto de diretrizes e estratégias que serão definidos para implementação do PGIRS-AT.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Federal 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. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 jan. 2007.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Mapa interativo da Rede Observacional para Monitoramento de risco de Desastres Naturais do Cemaden**. Disponível em: <<http://www2.cemaden.gov.br/mapainterativo/>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT). **Deliberação nº 109 de 26 de outubro de 2020**. Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CBH-AT/19339/deliberacao-cbh-at-n-109-de-29-10-2020-aprova-a-inclusao-dos-municipios-guararema-e-santa-isabel-no-plano-de-gestao-integrada-de-residuos-da-bat.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2023.

Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT). **Relatório de Situação de Recursos Hídricos 2019**. Disponível em: < <https://comiteat.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Relat%C3%B3rio-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-Bacia-do-Alto-Tiet%C3%AA.pdf>> Acesso em: 10 mai. 2023.

Coordenadoria de Educação Ambiental (CEA). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cea/>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

COSTA, S. B; FILHO, G. S. A.; GIUDICE, S. L.; JUNIOR, Z. H. **Panorama do Desassoreamento nos rios Tietê e Pinheiros, São Paulo/SP, Brasil**. 2013. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013__PAP012905.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2023.

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). **Terceiro Plano Diretor de Macro Drenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3**. 2014. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br/site/macrodrenagem/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

FUNDAÇÃO SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados. **SEADE População**. 2023. Disponível em: <<https://populacao.seade.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2010**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Regiões de Influência das Cidades (REGIC)**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>>. Acesso em: 11 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>>. Acesso em: 08 mai. 2023.

MAPBIOMAS. Coleções MapBiomas: Uso e ocupação da terra. 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 28 abr. 2023.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. 2011.

Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBHAT). **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. 2018. Disponível em: <https://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-AT/11958/relatorio-i_plano_final-rev2.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2023

PEREIRA, F. D. S.; DALTRO F. J. **A drenagem urbana e os resíduos sólidos: desafios de sempre na cidade de Aracaju/SE**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre – RS. 2015. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/IX-014.pdf>> Acesso em: 13 abr. 2023.

PEREIRA, F. D S. **Os Desafios entre a Drenagem Urbana e os Resíduos Sólidos: O Caso de Aracaju/SE.** Dissertação de Mestrado- PRODEMA/UFS. São Cristóvão/SE: UFS/PRODEMA, 2015.

REDE SOCIAL BRASILEIRA POR CIDADES JUSTAS E SUSTENTÁVEIS. **Dados abertos.** Disponível em: <<https://www.redesocialdecidades.org.br/dados-abertos>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

SISTEMA DE ALERTA DE INUNDAÇÕES DE SÃO PAULO (SAISP). **Localização de Posto Telemétrico.** Disponível em <https://www.saisp.br/geral/mapa1.jsp?uri=/geral/local_posto.jsp?REDE=1,2>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SÃO PAULO. **Caderno de Bacia Hidrográfica: Córrego Jaguaré.** 2016. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/upload/arquivos/jaguarere.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SÃO PAULO. **Plano Municipal de Saneamento Básico de São Paulo.** 2019. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/PMSB_Caderno_Completo_-final-para-impressa%CC%83o.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SÃO PAULO. **Monitoramento e Acompanhamento - Projeto Novo Rio Pinheiros.** Novo Rio Pinheiros, 2019. Disponível em: <<https://novoriopinheiros.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

SÃO PAULO. Sobre o **UMAPAZ.** Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/umapaz/sobre_a_umapaz/index.php?p=243>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

SÃO PAULO. **Limpeza Pública e Operação Cata-Bagulho.** Cidade de São Paulo, Subprefeitura Vila Maria Vila Guilherme, 2022. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_maria_vila_guilherme/noticias/index.php?p=123635>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

SÃO PAULO. **Operação Cata Bagulho.** Cidade de São Paulo, Subprefeitura Butantã, 2023. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/butanta/cata_bagulho/index.php?p=89233>. Acesso em 10 de maio de 2023.

SÃO PAULO. **Conheça nossos Ecopontos.** Cidade de São Paulo, Subprefeitura Vila Maria e Vila Guilherme, 2022. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_maria_vila_guilherme/noticias/index.php?p=123322>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

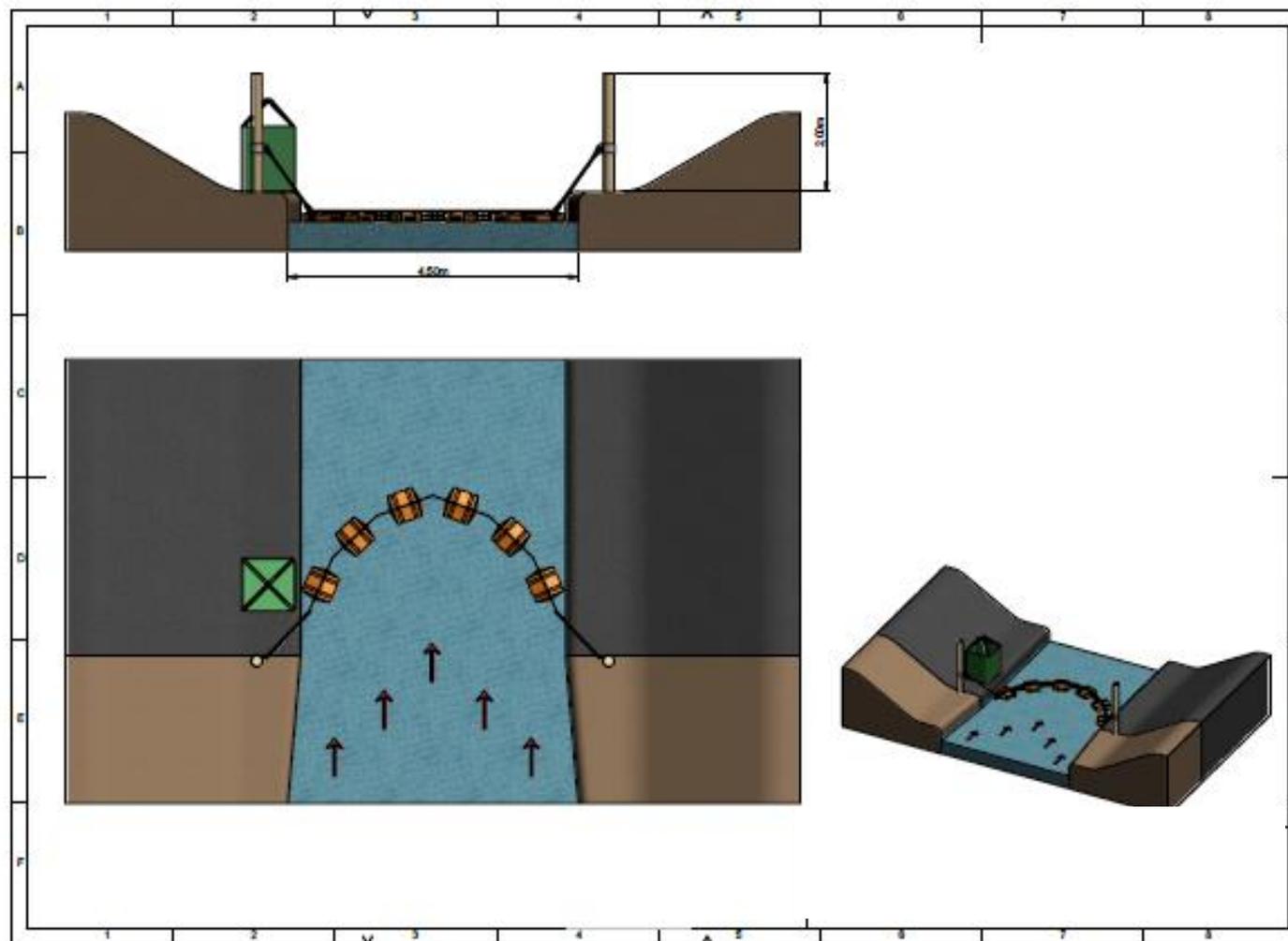
SÃO PAULO. **Portal de Educação Ambiental.** Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. Disponível em:

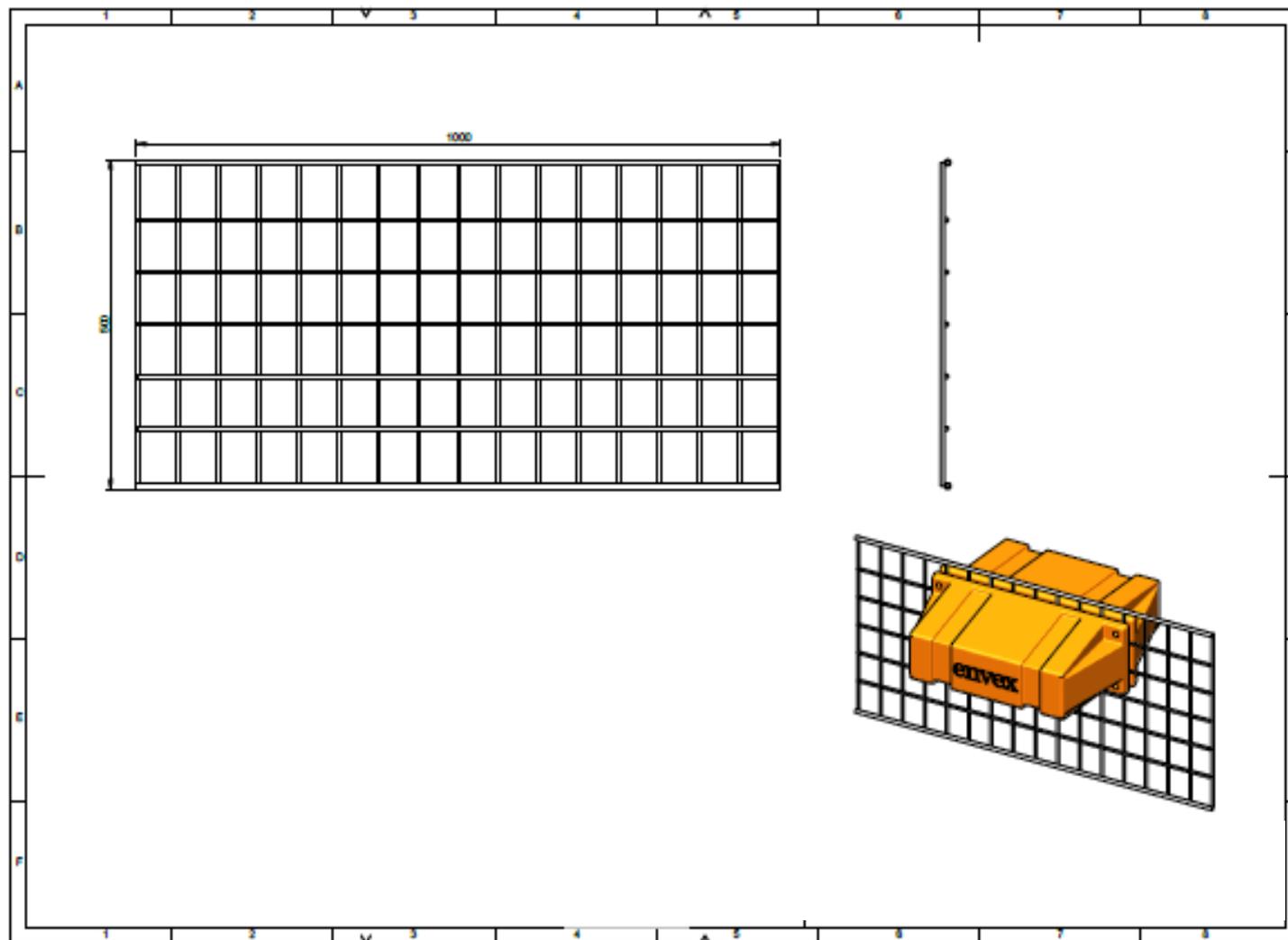
<<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

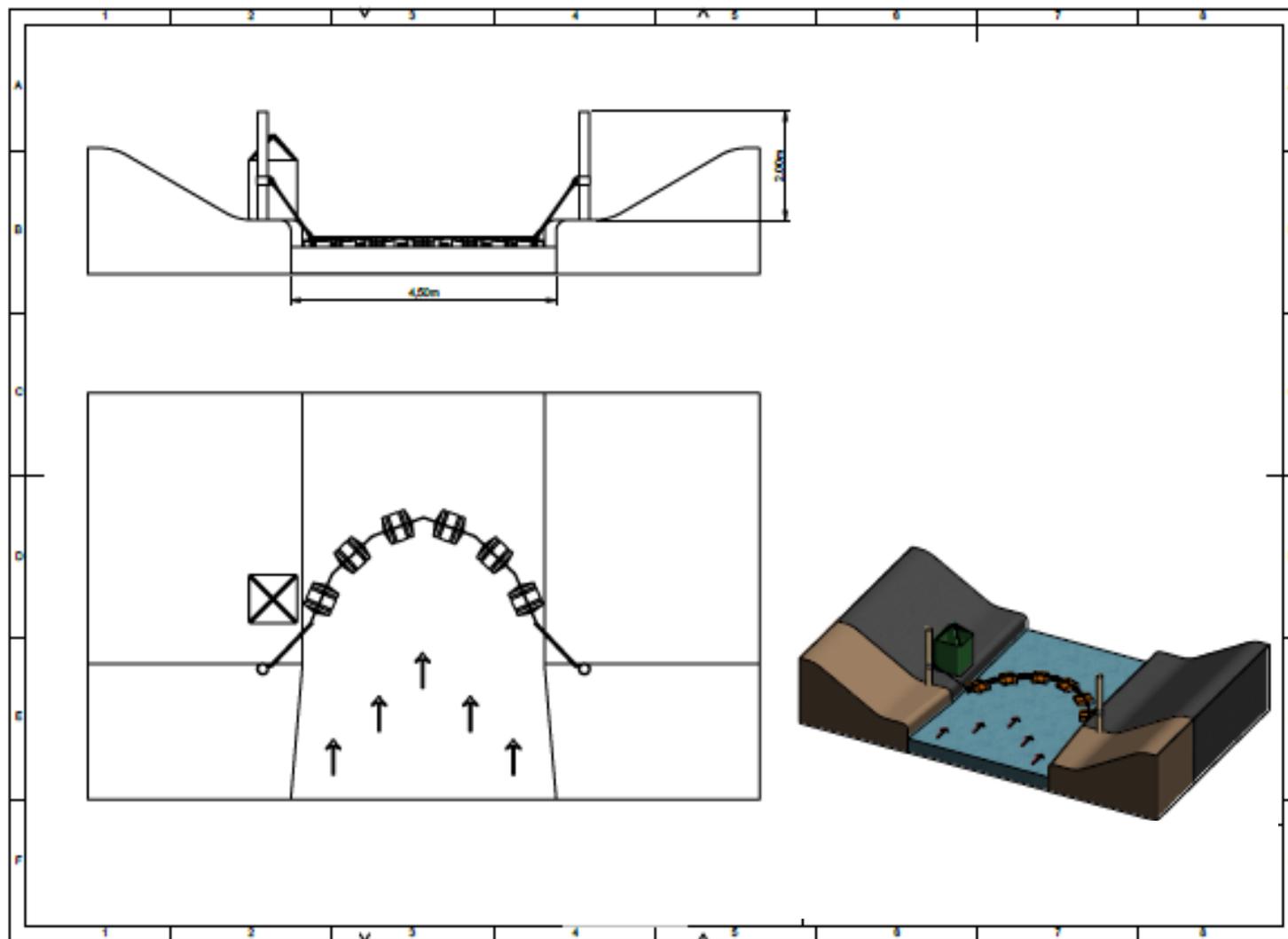
SÃO PAULO. **Programa de Educação Ambiental (PEA)**. São Paulo Mais Humana. Disponível em: <http://www.spmaishumana.sp.gov.br/_programas/pea/>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA (SEMIL). **PLANO DE DESENVOLVIMENTO E PROTEÇÃO AMBIENTAL (PDPA)**. 2018. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/portalmananciais/pdpa/>>. Acesso em: 03 mai. 2023.

ANEXO I - PROJETO DE BARREIRA FLUTUANTE PARA O CÓRREGO JAGUARÉ







ANEXO II - PROJETO DE BARREIRA FLUTUANTE PARA O CÓRREGO NOVO MUNDO

