



PGIRS AT

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

Produto 1 - Relatório de Instalação das Estações
Fluviométricas
Versão Final

Dezembro/2023



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

Produto 1 - Relatório de Instalação das Estações
Fluviométricas
Versão Final

CONTRATANTE:

ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



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

APRESENTAÇÃO DA EQUIPE

Coordenação Geral

Helder Rafael Nocko | *Engenheiro Ambiental, MSc.*

Coordenador Executivo

André Luciano Malheiros | *Engenheiro Civil, Dr.*

Equipe Técnica

André Luciano Malheiros | *Engenheiro Civil, Dr.*

Alexandre Vedor de Paula | *Técnico Ambiental*

Daniela Lopes | *Auxiliar administrativo*

Diana Maria Cancelli | *Engenheira Ambiental, Dra.*

Fernanda Muzzolon Padilha | *Engenheira Ambiental, Esp.*

Márcio Aluizio Fonsaca Grochocki | *Técnico Ambiental*

Moyses Siqueira Santos | *Técnico Ambiental*

Paulo Henrique Costa | *Geógrafo, Esp.*

Roberta Gregório | *Engenheira Ambiental, Esp.*

Romildo Macario | *Administrador*

Tiago Aparecido Perez Vieira | *Consultor em Resíduos Sólidos*

Wallington Felipe de Almeida | *Engenheiro Ambiental*

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ- PGIRS-AT			
Produto 1 – Relatório de Instalação das Estações Fluviométricas			
Elaborado por: Wallington Felipe de Almeida		Supervisionado por: Diana Maria Cancelli	
Aprovado por: Helder Rafael Nocko	Revisão	Finalidade	Data
	01	03	26/12/2023
Legenda Finalidade: [1] Para informação [2] Para comentário [3] Para aprovação			
 <p>envex engenharia e consultoria</p>		<p>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</p>	

APRESENTAÇÃO

Apresentamos à Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) o Produto 1 – Relatório de Instalação das Estações Fluviométricas – Monitoramento de Vazões nas Sub-Bacias selecionadas para Instalação de Barreiras Flutuantes, 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	8
2.	METODOLOGIA	11
3.	INSTALAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS	12
3.1.	Escolha dos Locais	12
3.2.	Levantamento do Perfil Transversal.....	17
3.2.1.	Planejamento das seções e determinação dos métodos de posicionamento e altimetria GNSS.....	18
3.2.2.	Equipamento GNSS Utilizado.....	20
3.2.3.	Coleta de Pontos Topobatimétricos	21
3.3.	Instalação das Estruturas Mínimas para o Monitoramento	24
3.4.	Estações Automáticas.....	28
3.4.1.	Disponibilização de Dados	31
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A – DADOS DO LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de elaboração do PGIRS-AT.....	8
Figura 2: Trecho selecionado para o monitoramento hidrológico no córrego Novo Mundo.....	13
Figura 3: Trecho selecionado para o monitoramento hidrológico no córrego Jaguaré.	14
Figura 4: Mapa de localização da seção transversal da estação do Córrego Novo Mundo.....	15
Figura 5: Mapa de localização da seção transversal da estação do Córrego Jaguaré.	16
Figura 6: Rastreio do ponto de apoio do córrego Novo Mundo.	19
Figura 7: Rastreio do ponto de apoio do córrego Novo Mundo.	19
Figura 8: GPS Trimble/Spectra SP60.....	21
Figura 9: Topobatimetria na seção transversal do córrego Novo Mundo.	22
Figura 10: Topobatimetria na seção transversal do córrego Jaguaré.....	22
Figura 11: Seção transversal do córrego Novo Mundo.....	23
Figura 12: Seção transversal do córrego Jaguaré.....	24
Figura 13: Réguas linimétricas instaladas no córrego Novo Mundo.....	25
Figura 14: Réguas Linimétricas instaladas no córrego Jaguaré.....	26
Figura 15: RN 1 e RN 2 implantadas na estação do córrego Novo Mundo.	27
Figura 16: RN 1 e RN 2 implantadas na estação do córrego Jaguaré.....	27
Figura 17: Sonda Onset <i>HOBO Water Level Looger U20-001-01</i>	29
Figura 18: Sonda Onset <i>HOBO Water Level Looger U20-001-01</i> instalada na estação do córrego Novo Mundo.....	29
Figura 19: Sonda Onset <i>HOBO Water Level Looger U20-001-01</i> instalada na estação do córrego Jaguaré.....	30
Figura 20: HOBO BASE-U4 – Optic USB Base Station.....	30

1. INTRODUÇÃO

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 Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (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.

Para a elaboração, do PGIRS-AT serão realizadas 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).

A Etapa 4 refere-se à Investigação dos Resíduos Sólidos nos Recursos Hídricos, a qual tem como objetivo investigar 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, denominadas barreiras flutuantes, em duas sub-bacias representativas, conforme critérios definidos no termo de referência da licitação.

Destaca-se que a FABHAT, juntamente com o Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT) e a EnvEx Engenharia, já tiveram diversas reuniões e discussões técnicas sobre esta Etapa do estudo, principalmente, no que concerne à definição das sub-bacias selecionadas para a implantação das estruturas de retenção de resíduos sólidos.

Tais definições já foram apresentadas no Produto 4.1 - Relatório Parcial da Investigação dos Resíduos Sólidos nos Recursos Hídricos. A definição de sub-bacias representativas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (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.

Destaca-se que, a experiência internacional sobre o uso de estruturas de retenção de resíduos sólidos tem como foco principal a correlação entre dados de precipitação e resíduos sólidos coletados. Adicionalmente, após reuniões técnicas com o Grupo de Acompanhamento Técnico concluiu-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, em reuniões com o Grupo de Acompanhamento Técnico, sugeriu-se que fossem instaladas estações fluviométricas automáticas, que permitirão o monitoramento contínuo da vazão e do nível d'água, bem como medições de vazão considerando diferentes período sazonais do corpo hídrico, de modo a permitir a obtenção da curva-chave.

Sendo assim, em 15 de setembro de 2023, foi formalizado o Primeiro Termo de Aditivo ao Contrato nº 001/2023 para a realização dos serviços de monitoramento de vazões nas sub-bacias selecionadas para instalação de barreiras flutuantes no Córrego Jaguaré, afluente do Rio Pinheiros e no Córrego Novo Mundo, afluente do Rio Tietê. Posto isto, o presente documento apresenta o Relatório de Instalação das Estações, que compõem uma das etapas para os serviços de monitoramento das vazões.

2. METODOLOGIA

Conforme o Plano de Trabalho apresentado, os serviços para o monitoramento de vazões nas sub-bacias selecionadas para a instalação de barreiras flutuantes, compreendem as seguintes atividades:

- Levantamento do perfil das seções transversais de medição de vazão;
- Instalação de equipamentos;
- Leitura diária de réguas limnimétricas;
- Campanhas de medição de vazão;
- Coleta de dados de nível d'água medidos pelos sensores automáticos;
- Elaboração de laudos de monitoramento de vazões;
- Elaboração da curva-chave para as seções de medição;
- Elaboração de relatório final.

Nesse sentido, as atividades foram divididas em três frentes de trabalho:

- **INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES:** incluindo a instalação das estruturas mínimas para monitoramentos fluviométricos (referências de níveis, réguas limnimétricas, marcos de ponto inicial e final da seção) e instalação, configuração, operação e manutenção de equipamentos fluviométricos automáticos, que realizarão os registros de dados de nível d'água;
- **CAMPANHAS FLUVIOMÉTRICAS:** inclui a execução de serviços de campo e geração de seus produtos, contemplando o levantamento *in loco* de dados hidrológicos (descarga líquida, nível d'água, topobatimetria da seção fluviométrica) e atividades de inspeção e manutenção dos equipamentos fluviométricos e do entorno dos postos;
- **DEFINIÇÃO DAS CURVAS-CHAVE DE DESCARGA LÍQUIDA:** inclui testes de aplicabilidade dos métodos e a definição da equação de correlação entre a descarga líquida medida e as leituras de nível d'água dos rios monitorados;

A seguir é apresentado um detalhamento das atividades referentes a primeira frente de trabalho, ou seja, a instalação e operação das estações fluviométricas.

3. INSTALAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

As metodologias adotadas para instalação das estações se basearam nas recomendações da Agência Nacional de Águas – ANA, as quais são descritas no guia “Orientações para Elaboração de Relatório de Instalação de Estações Hidrométricas” e no guia “Levantamentos Topobatimétricos e Geodésicos aplicados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)”, ambos elaborados pela própria ANA. A metodologia resumidamente é composta por três etapas:

- Escolha do local;
- Instalação das estruturas mínimas para o monitoramento;
- Instalação da Estação Automática.

3.1. Escolha dos Locais

A definição do local de monitoramento levou em conta os requisitos mínimos para uma amostragem representativa dos corpos hídricos, de forma que os dados gerados viessem a representar congruentemente a vazão do rio. Os critérios basicamente foram os seguintes:

- Trecho retilíneo;
- Sem presença de obstáculos à montante e à jusante;
- Margens altas e declividades moderadas;
- Leito firme e uniforme;
- Calha do rio contendo toda a variação de vazão, sem transbordamentos;
- Facilidade de acesso;
- Segurança dos equipamentos e da equipe.

Os locais definidos para a instalação das estações, tanto no Córrego Novo Mundo como no Córrego Jaguaré, sempre que possível, levaram em consideração os critérios apresentados. O Córrego Jaguaré, por ser canalizado possui leito e margens regulares,

bem como retilineidade em grande parte do seu canal e sem a presença de obstáculos que venham a interferir nas medições de vazão. O local também possui fácil acesso, desta forma, é possível chegar ao córrego por ambas as margens. A Figura 2 apresenta o trecho definido para monitoramento no Córrego Novo Mundo.



Figura 2: Trecho selecionado para o monitoramento hidrológico no córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Com relação ao córrego Jaguaré, o seu trecho apresenta sinuosidade e obstáculos em quase todo o percurso, bem como a dificuldade de acesso em alguns locais. Assim, foi selecionado um ponto no canal que atendesse da melhor maneira possível os critérios supracitados. Neste local o talvegue passou por uma retificação parcial, onde o material do leito foi retirado e depositado na margem direita. O leito possui certa estabilidade e as margens comportam a variação de nível do rio.

A Figura 3 apresenta o trecho definido para monitoramento no Córrego Jaguaré.



Figura 3: Trecho selecionado para o monitoramento hidrológico no córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

A Figura 4 contém o mapa com a localização da estação do Córrego Novo Mundo, destacando a hidrografia da região. Por sua vez, a Figura 5 apresenta o mapa com a localização da estação do Córrego Jaguaré.

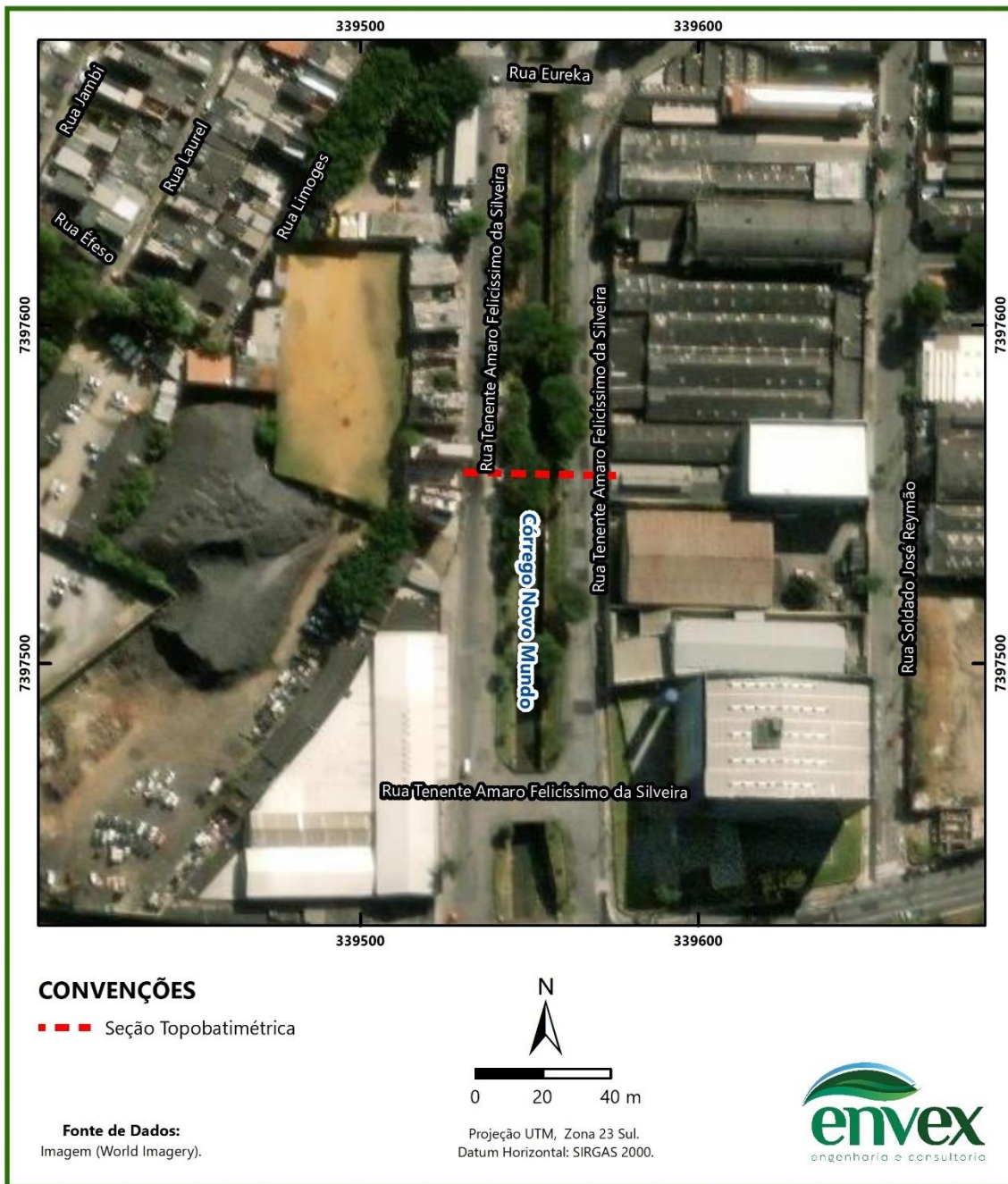


Figura 4: Mapa de localização da seção transversal da estação do Córrego Novo Mundo.
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

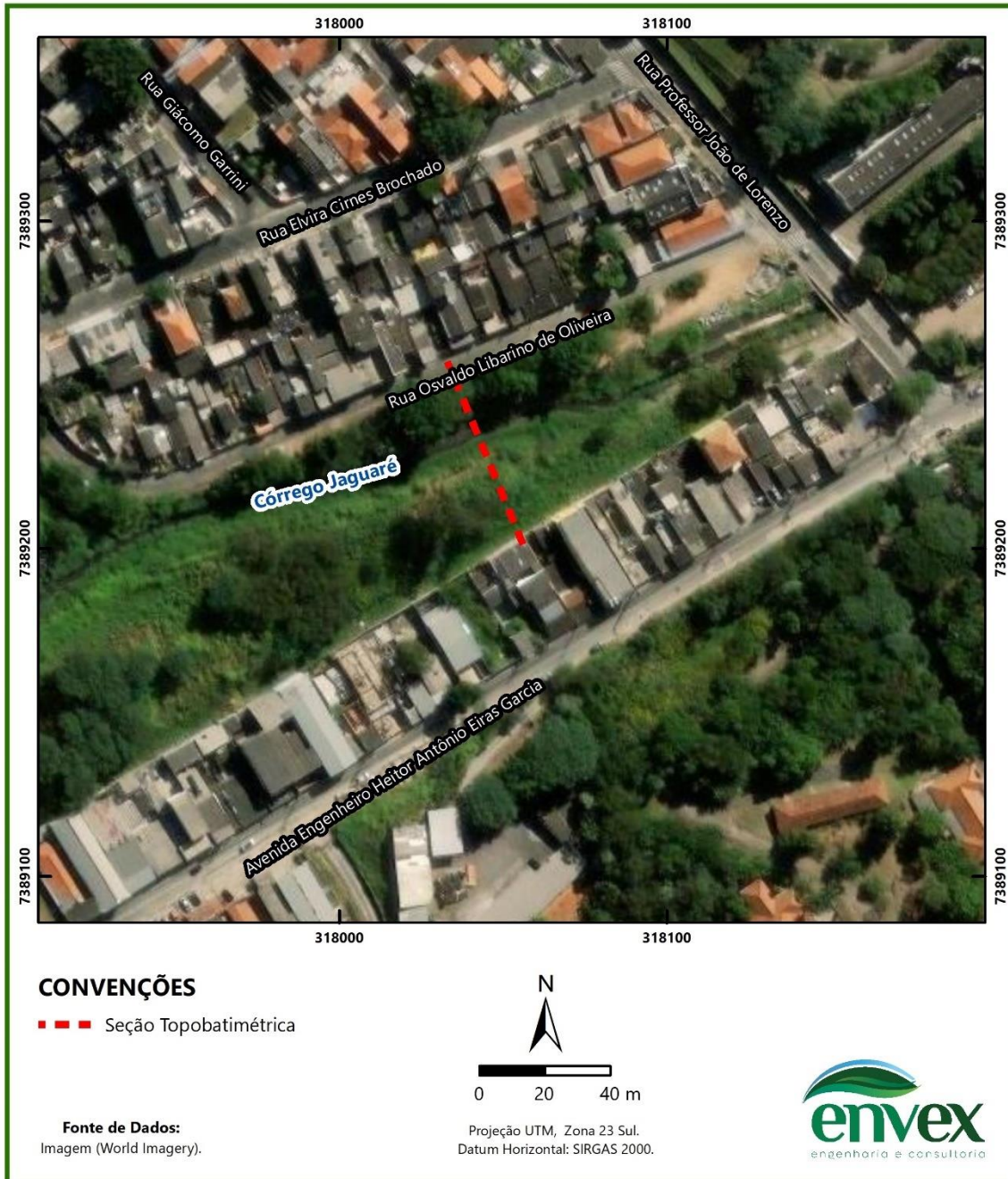


Figura 5: Mapa de localização da seção transversal da estação do Córrego Jaguaré.
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

3.2. Levantamento do Perfil Transversal

O levantamento dos perfis transversais das seções onde as estações foram instaladas permite o conhecimento da forma da calha do rio, e é útil para a obtenção da curva-chave da estação. Nesse sentido, foi realizado um primeiro levantamento dos perfis transversais – quando também ocorreu a avaliação do local para instalação dos equipamentos; adicionalmente, e em concomitância à última campanha de medição de descarga líquida, será realizado um segundo levantamento com o objetivo de verificar se houve alterações na seção de medição.

Em cada estação, o perfil transversal é adquirido sempre sobre o mesmo alinhamento, que corresponde à linha da seção transversal materializada pelos pontos PI-PF. Dadas as características dos corpos hídricos e necessidades do estudo, tanto a calha molhada quanto a área seca dos perfis transversais foram levantadas por topografia convencional, sempre garantindo boa resolução das informações.

Esses levantamentos são referenciados em coordenadas conhecidas, normalmente amarradas a estruturas que, por sua vez, são materializadas em locais próximos à área de estudo.

Para execução do mapeamento topobatimétrico a metodologia foi subdividida em 4 etapas: a definição dos métodos de posicionamento e altimetria GNSS; a definição do apoio básico e Implantação dos Pontos de Apoio (PA); a coleta dos pontos batimétricos; e o processamento dos dados e a criação dos perfis transversais de cada seção.

3.2.1. Planejamento das seções e determinação dos métodos de posicionamento e altimetria GNSS

As coordenadas geodésicas (latitude, longitude e altitude geométrica) dos pontos amostrais topográficos e batimétricos são determinadas com o posicionamento GNSS no método relativo cinemático pós-processado, no qual dois receptores coletam dados, simultaneamente, durante um determinado intervalo de tempo, sendo um instalado em uma estação de referência (estação base, de coordenadas conhecidas) e o outro nos pontos de interesse (estações móveis) (SEEBER, 1993; MONICO, 2007).

Para georreferenciamento dos pontos, preliminarmente, os locais foram visitados para definição de onde os pontos topográficos seriam coletados. Em campo, foi feita a materialização de um ponto de apoio próximo a cada seção. Esses pontos foram rastreados com coordenadas compatíveis com o *datum* oficial do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, de forma que foi utilizado o modo estático. Prioriza-se, neste caso, locais onde o sinal recebido pelo GPS RTK apresenta a precisão mínima necessária nas coordenadas planialtimétricas.

Foi realizado os rastreamentos dos pontos de apoio, onde se posicionou a base do GPS RTK sobre o ponto de interesse de cada seção. O intervalo de rastreio de cada ponto foi de 1 hora. Na Figura 6 é apresentado o rastreio do ponto de apoio do córrego Novo Mundo e a Figura 10 apresenta o rastreio do ponto de apoio do córrego Jaguaré.



Figura 6: Rastreio do ponto de apoio do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 7: Rastreio do ponto de apoio do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Os dados rastreados são armazenados nos receptores e, posteriormente, transferidos para o computador, onde são processados e ajustados. Para correção das

coordenadas da base, foi utilizado o serviço IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso). Esta é uma ferramenta online gratuita para o pós-processamento de dados GNSS (*Global Navigation Satellite System*), que faz uso do programa CSRS-PPP (*GPS Precise Point Positioning*) desenvolvido pelo NRCan (*Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada*). Ele permite aos usuários com receptores GPS e/ou GLONASS, obterem coordenadas referenciadas ao SIRGAS2000 e ao ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*) através de um processamento preciso. O IBGE-PPP processa dados GNSS (GPS e GLONASS) que foram coletados por receptores de uma ou duas frequências no modo estático ou cinemático (IBGE, 2023).

É necessário apenas que o usuário informe o arquivo de observação no formato RINEX ou HATANAKA, se o levantamento foi realizado no modo estático ou cinemático, o modelo e a altura da antena utilizada, e um e-mail válido. Ao final do processamento obtém-se um link para obtenção dos arquivos com os resultados (IBGE, 2023).

3.2.2. Equipamento GNSS Utilizado

Os pontos topográficos medidos nesta fase de estudo foram determinados com auxílio de um GPS Trimble/Spectra SP60 (Figura 8), sempre utilizando o método diferencial estático. A seguir serão apresentadas algumas especificações técnicas do GPS Trimble/Spectra SP60:

- Fator de proteção IP67, totalmente selado, 100% à prova de chuva, umidade, e à prova de quedas em concreto de até 2 metros de altura;
- Antena e rádio UHF totalmente integrados em uma única peça;
- Chip ASIC 6G de 240 canais e tecnologia patenteada Z-Blade que fornece um ótimo desempenho utilizando todos os sistemas GNSS: GPS / GLONASS / GALILEO / BEIDOU / QZSS / SBAS;
- Precisão para pós-processo de 3mm + 0,1 ppm RMS horizontal e vertical de 3,5mm + 0,4 ppm;
- Precisão RTK de 8mm + 1 ppm na horizontal e 15mm + 1 ppm na vertical;

- Suporte para os serviços de correção em tempo real Trimble RTX™.



Figura 8: GPS Trimble/Spectra SP60.

Fonte: Santiago e Cintra (2023).

3.2.3. *Coleta de Pontos Topobatimétricos*

Uma vez que o estudo em questão visa entender o comportamento dos córregos Novo Mundo e Jaguaré quanto ao aporte de resíduos relacionado a sua vazão, os métodos e equipamentos dos levantamentos topográficos foram escolhidos de forma que fornecessem precisões que atendessem às necessidades do projeto.

Neste caso, a coleta de pontos topográficos foi realizada com a antena roover do GPS RTK Spectra SP60, trabalhando em modo estático com a base, onde teve suas coordenadas corrigidas e referenciadas ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro). Em campo, priorizou-se o referenciamento de estruturas e obstáculos que estivessem no alinhamento da seção, além do terreno nas margens e do leito do rio. A Figura 9 apresenta o levantamento do perfil transversal da seção no córrego Novo Mundo, demonstrando o método utilizado para coleta de dados topográficos nas duas seções (Novo Mundo e Jaguaré).

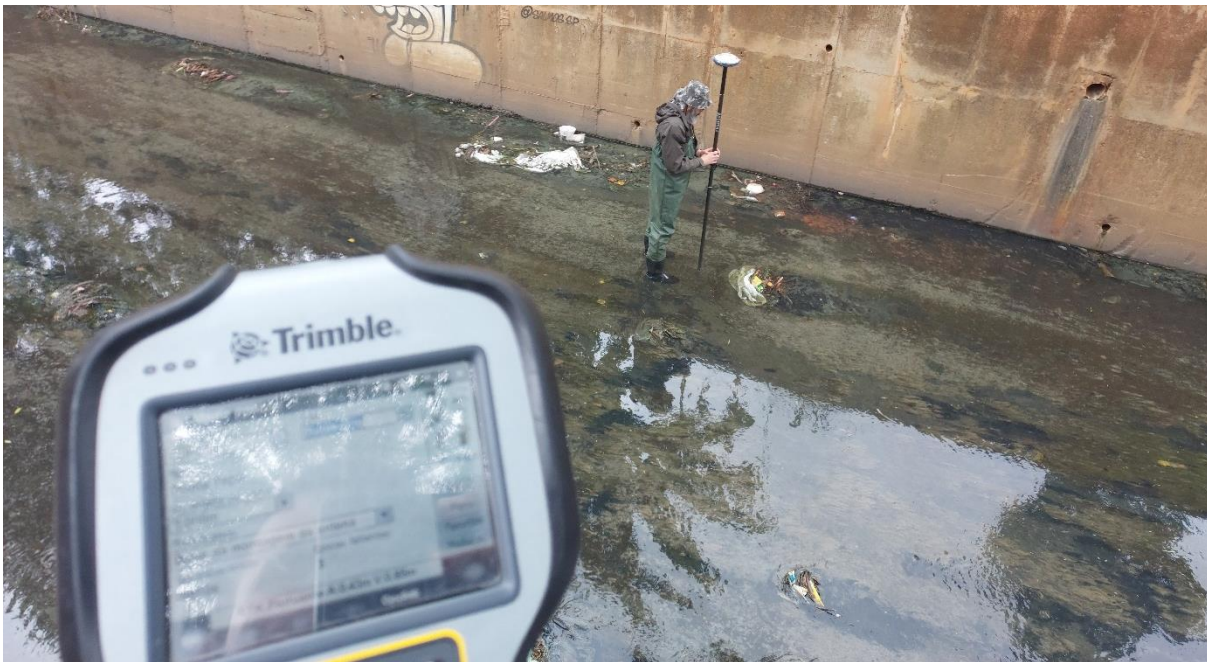


Figura 9: Topobatimetria na seção transversal do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 10: Topobatimetria na seção transversal do córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Ao final, os pontos ficaram armazenados na memória do GPS Spectra SP60, sendo estes transferidos ao software de processamento. No software, definiu-se a correção das coordenadas da base, obtidas pela ferramenta PPP do IBGE, de forma que todos os pontos coletados foram corrigidos. Como produto do levantamento foram produzidos os gráficos dos perfis transversais de cada córrego.

A Figura 11 apresenta o gráfico da seção transversal levantada no córrego Novo Mundo e a Figura 12 apresenta o gráfico da seção transversal levantada no córrego Jaguaré.

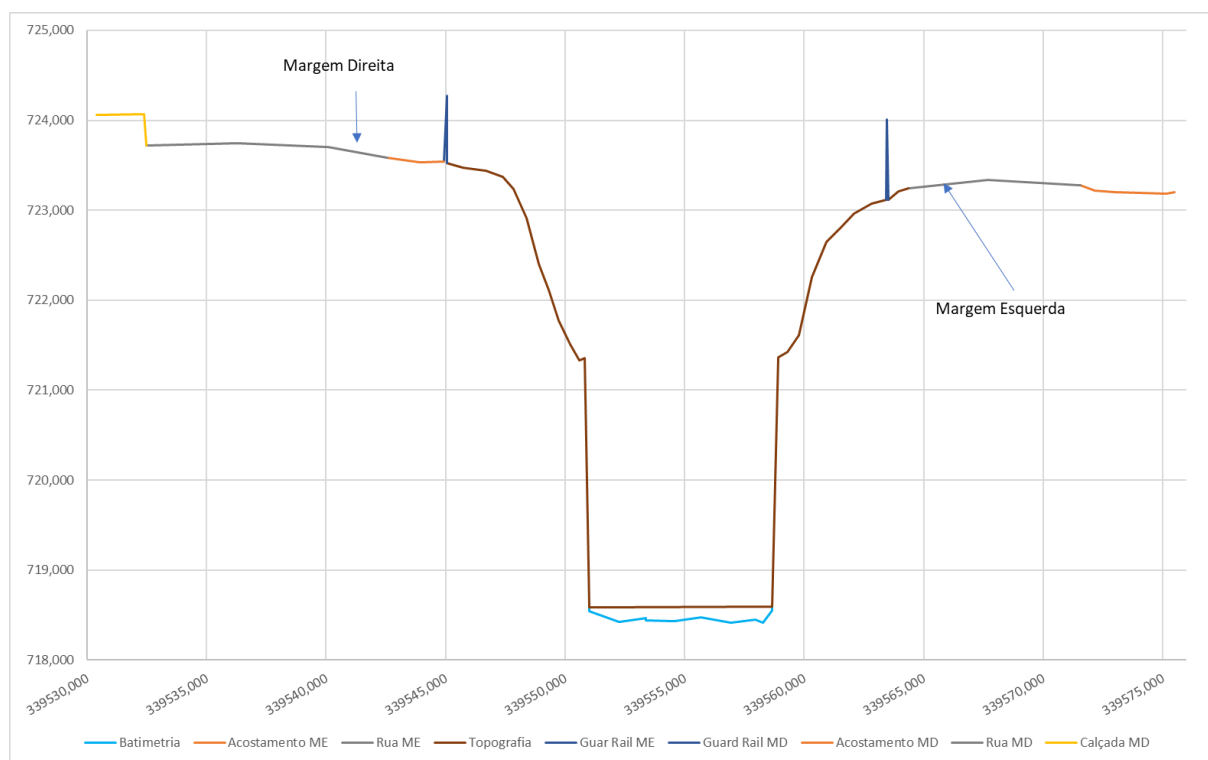


Figura 11: Seção transversal do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

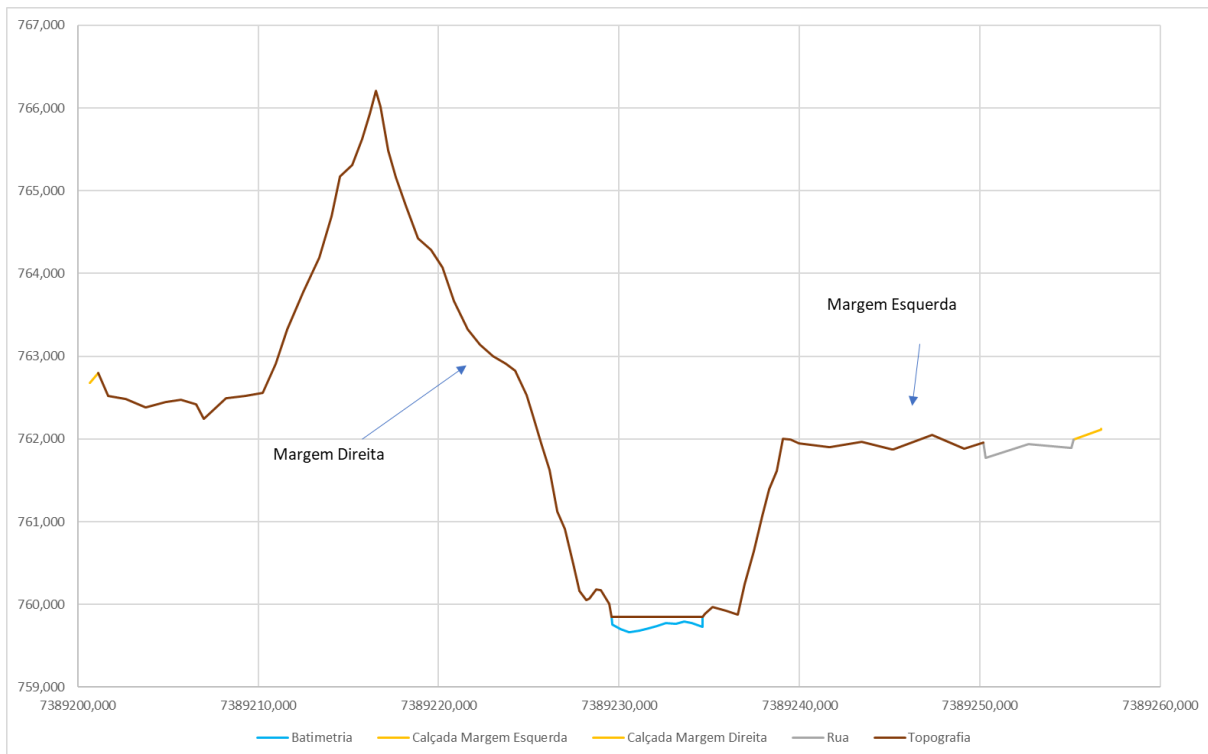


Figura 12: Seção transversal do córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

3.3. Instalação das Estruturas Mínimas para o Monitoramento

Para monitoramento do nível d'água em corpos hídricos, além dos equipamentos automáticos, são implantadas seções de réguas linimétricas nas margens, as quais permitem registrar todas as variações da lâmina d'água. As réguas devem ser suficientes para cobrir toda a gama de variação do rio, desde o mínimo até o máximo nível. Os lances são topograficamente amarrados entre si por referências de níveis (RNs). Estas réguas são compostas de placas metálicas de 1 metro, graduadas a cada dois centímetros, fixadas em estruturas de madeira ou aço e posicionadas de forma facilitar a leitura a partir de uma das margens.

No caso dos locais abrangidos por este estudo, foi feita uma pesquisa rápida com os moradores da região, identificando o ponto mais alto alcançado pelo nível d'água nos eventos extremos, de forma que as réguas viessem a contemplar toda essa

variação. O resultado foi a instalação de três lances de réguas, de 1 metro cada, no córrego Novo Mundo e dois lances de réguas no córrego Jaguaré.

No córrego Novo Mundo, as réguas foram fixadas na parede da margem direita do talvegue ratificado, o qual é composto por pré-moldados de concreto, conforme a Figura 13.



Figura 13: Réguas linimétricas instaladas no córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Já no córrego Jaguaré, as réguas foram sustentadas por vigas de madeiras, previamente tratadas e preparadas para maior durabilidade. Cada viga de madeira foi fixada na margem esquerda do rio, tendo sua base chumbada com concreto para resistir aos atritos ocasionados pelas correntezas e pelos objetos carreados pelas águas. A Figura 14 demonstra as réguas instaladas no córrego Jaguaré.



Figura 14: Réguas Linimétricas instaladas no córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Foram implantadas duas Referências de Níveis (RN) em cada estação, sendo elas nomeadas como RN1 e RN2. Para implantação, considerou-se um local próximo às réguas, onde não houvesse riscos eminentes de danos às estruturas e, conseqüentemente, alteração da cota atribuída.

As RNs tratam-se de estruturas confeccionadas de concreto ou material reciclado, utilizadas como base para instalação e correção das réguas linimétricas, bem como para levantamento topobatimétricos da seção. As RNs possuem a referência de altitude baseada no “ponto zero” dos lances de réguas, de forma que qualquer movimentação das réguas pode ser corrigida a partir dessa cota. A Figura 15 apresenta as RNs implantadas na estação do córrego Novo Mundo e a Figura 16 contém as RNs instaladas na estação do córrego Jaguaré.



Figura 15: RN 1 e RN 2 implantadas na estação do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).



Figura 16: RN 1 e RN 2 implantadas na estação do córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Em ambas as seções, não houve necessidade de materialização de marcos delimitadores das (PI e PF), uma vez que as seções foram delimitadas pelos muros das residências e comércios que se encontram nas margens de cada seção.

3.4. Estações Automáticas

Conforme mencionado, a realização das leituras de níveis d'água é feita com a utilização de métodos automáticos e convencionais. Para fins de monitoramento automático dos afluentes, foi instalada uma sonda modelo *HOBO Water Level Logger* U20-001-01, da empresa *Onset*, em cada uma das seções.

Essa sonda é fabricada em aço inoxidável, e é capaz de monitorar o nível de água em várias situações, como em poços, rios, lagos, mangues, dentre outros. Possui faixa de operação de 0 a 9 metros, com erro máximo aproximado de 0,1% FS, ou seja, cerca de 1,0 cm de água. Além do nível d'água, o equipamento permite a leitura da temperatura da água e da pressão absoluta. Possui ainda *datalogger* embutido, de forma que os dados são armazenados na própria sonda, para futuramente serem descarregados. Com bateria de lítio de 3,6 Volts, tipo 2/3 AA, com vida média de 5 anos para operação com intervalo de registro de 1 minuto ou maior, substituível em fábrica.

As sondas foram instaladas na margem direita do córrego Novo Mundo e na margem esquerda do córrego Jaguaré, através de uma tubulação de aço inox, com 3 polegadas de diâmetro, parcialmente imergidas no rio, protegendo contra eventuais impactos causados pela turbulência da água. O equipamento foi içado com um cabo de aço de 1/8", ficando emergido e permitindo que seja retirado da água para limpeza e descarregamento dos dados. A Figura 17 ilustra a sonda utilizada no estudo em questão.



Figura 17: Sonda Onset HOBO Water Level Logger U20-001-01.

Fonte: Onset (2023).

A Figura 18 apresenta as estruturas instaladas para monitoramento automático de nível d'água no córrego Novo Mundo.



Figura 18: Sonda Onset HOBO Water Level Logger U20-001-01 instalada na estação do córrego Novo Mundo.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Por sua vez, A Figura 19 apresenta as estruturas instaladas para monitoramento automático de nível d'água no córrego Jaguaré.



Figura 19: Sonda Onset HOB0 Water Level Logger U20-001-01 instalada na estação do córrego Jaguaré.

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2023).

Para descarregar os dados registrados pela sonda, tem-se a HOB0 BASE-U4 – *Optic USB Base Station*. Essa base é responsável pela conexão da sonda ao computador, via porta USB. Para isso, é necessário a instalação prévia do software *HOB0ware Pro*, o qual fornece a interface para programação da sonda e *download* dos registros realizados. A Figura 20 contém um sistema de conexão para *download* dos dados.



Figura 20: HOB0 BASE-U4 – Optic USB Base Station.

Fonte: Onset (2023).

3.4.1. Disponibilização de Dados

Os dados obtidos nas campanhas fluviométricas e aqueles coletados a partir dos sensores automáticos de vazão serão encaminhados pela equipe de campo à equipe de escritório, ambas da EnvEx, onde serão gerados os boletins de medição das campanhas.

Ao longo do período de monitoramento, essas informações serão planilhadas e, posteriormente, apresentadas à FABHAT em forma de relatório; ainda os dados obtidos farão parte das análises relacionadas ao aporte de resíduos nos corpos hídricos. Também neste relatório final serão apresentados, avaliados em termos de consistência, todos os dados obtidos em campo.

Trimestralmente, serão enviados os boletins de medições das campanhas realizadas nos meses anteriores, bem como os arquivos de dados obtidos pelo sensor automático, e as leituras realizadas pelos leituristas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório, em cumprimento ao objeto do Primeiro Termo de Aditivo ao Contrato nº 001/2023 para a realização dos serviços de monitoramento de vazões nas sub-bacias selecionadas para instalação de barreiras flutuantes no Córrego Jaguaré, afluente do Rio Pinheiros e no Córrego Novo Mundo, afluente do Rio Tietê, foram apresentados as metodologias e resultados referente ao levantamento topobatimétrico das seções transversais e a instalação das estações de monitoramento fluviométrico.

Foi realizado um levantamento topobatimétrico em cada seção; um segundo levantamento está previsto para ocorrer em concomitância à última campanha de medição de vazões.

Para que se pudesse conhecer mais a fundo a dinâmica hídrica dos córregos Novo Mundo e Jaguaré, foram instaladas duas estações fluviométricas padrão, uma em cada córrego, com sensor de nível d'água de alta precisão e réguas linimétricas para mapeamento das variações da coluna d'água.

Como parte integrante deste relatório estão disponíveis no APÊNDICE A, os laudos brutos e processados referente aos pontos coletados com o GPS RTK.

REFERÊNCIAS

ANA, SGH. **Levantamentos topobatimétricos e geodésicos aplicados na Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)**. Brasília: ANA, 2021.

ANA, SGH. **Orientações para operação das estações hidrométricas**: Manual Técnico. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília, 2012.

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.

IBGE. **IBGE-PPP - Serviço online para pós-processamento de dados GNSS**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 06 out. 2023.

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

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo GNSS**: Descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: Editora Unesp, p.477, 2007.

ONSET Brands. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u20-001-01>. Acesso em 24 set. 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: 22 jun. 2022.

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.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy**: Foundations, methods and applications. Walter de Gruyter, N. York, p.531, 1993.

APÊNDICE A – DADOS DO LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO