



PGIRS AT

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

P2.2 - 2º Boletim Trimestral das Campanhas

Abril/2024



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

P2.2 - 2º Boletim Trimestral das Campanhas

CONTRATANTE:



ELABORAÇÃO E RESPONSABILIDADE:



De Curitiba/PR para São Paulo/SP
Abril/2024

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			
P2.2 - 2º Boletim trimestral das campanhas			
Elaborado por: Equipe Técnica		Supervisionado por: Diana Maria Cancelli	
Aprovado por: Helder Rafael Nocko	Revisão	Finalidade	Data
	00	03	01/04/2024
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 **P2.2 - 2º Boletim Trimestral das Campanhas – 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.	RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS	9
2.1.	Campanhas de medição de vazão.....	9
2.2.	Medições de nível d'água	17
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS	23
	APÊNDICE A – LAUDOS DE MONITORAMENTO DE VAZÃO.....	24
	APÊNDICE B – DADOS DE NÍVEL d'ÁGUA MEDIDOS PELOS SENSORES AUTOMÁTICOS	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vazões medidas nas campanhas de medição de vazão na estação Jaguaré.	11
Figura 2: Leituras da régua durante as campanhas de medição de vazão na estação Jaguaré.....	11
Figura 3: Vazões medidas nas campanhas de medição de vazão na estação Novo Mundo.....	13
Figura 4: Leituras da régua durante as campanhas de medição de vazão na estação Novo Mundo.....	14
Figura 5: Registros fotográficos das campanhas de monitoramento de vazões nas estações do Jaguaré e Novo Mundo no período de setembro a novembro.....	15
Figura 6: Registros fotográficos das campanhas de monitoramento de vazões nas estações do Jaguaré e Novo Mundo no período de dezembro a março.....	16
Figura 7: Medições de nível d'água realizadas com o sensor automático na estação Jaguaré.....	17
Figura 8: Medições de nível d'água realizadas com o sensor automático na estação Novo Mundo.....	18
Figura 9: Leituras de nível d'água realizadas nas réguas instaladas na estação Jaguaré.	19
Figura 10: Leituras de nível d'água realizadas nas réguas instaladas na estação Novo Mundo.....	20

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Plano de Trabalho do Monitoramento de Vazões nas Sub-Bacias Selecionadas para Instalação de Barreiras Flutuantes, aprovado em 01 de novembro de 2023, este segundo boletim trimestral apresenta os serviços realizados entre os meses de dezembro de 2023 e março de 2024, os quais compreendem as seguintes atividades:

- Campanhas de medição de vazão e laudos de monitoramento de vazões;
- Coleta de dados de nível d'água/cota medidos nas estações fluviométricas e leituras das réguas linimétricas.

Cabe mencionar que, de modo a ter uma visão total de todos os dados levantados, são considerados também os dados levantados entre os meses de setembro e novembro de 2023.

2. RESULTADOS DOS MONITORAMENTOS

2.1. Campanhas de medição de vazão

Desde o início das campanhas de medição, em setembro de 2023, foram realizadas 46 medições de vazão no Córrego Jaguaré; destas, 35 ocorreram entre os meses de dezembro de 2023 e março de 2024. Parte das medições foi realizada com molinete fluviométrico e a outra parte com ADCP (*acoustic Doppler current profiler*). A Tabela 1 mostra todos os dados obtidos até agora.

Ao longo de todo o período buscou-se realizar medições durante períodos de chuva, quando ocorrem variações de profundidade/níveis de água no corpo hídrico, e consequentemente diferentes vazões. Nesse sentido foi possível realizar medições em diferentes níveis d'água, no Rio Jaguaré, no dia 31/01/2024 – estas medições foram realizadas com ADCP com NA variando entre 0,15 e 0,30 cm no período de subida e descida; ao todo foram realizadas 24 travessias com o equipamento. A Figura 1 e a Figura 2 ilustram respectivamente as vazões medidas e os níveis d'água lidos nas régua linimétricas nos momentos das medições.

Tabela 1: Resultados das medições de vazão na estação Jaguaré utilizando molinete fluviométrico e ADCP.

Número da medição	Data	NA régua (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão total (m ³ /s)	Profundidade média (m)
Medições com molinete					
1	24/09/2023	0,04	0,552	0,109	0,074
2	24/09/2023	0,05	0,483	0,104	0,082
3	25/09/2023	0,04	0,53	0,102	0,072
4	25/09/2023	0,05	0,604	0,15	0,093
5	16/10/2023	0,04	0,776	0,153	0,068
6	17/10/2023	0,02	0,685	0,119	0,064
7	07/11/2023	0,02	0,609	0,102	0,062
8	08/11/2023	0,02	0,727	0,125	0,063
9	28/11/2023	0,02	0,54	0,104	0,073

Número da medição	Data	NA régua (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão total (m ³ /s)	Profundidade média (m)
10	14/12/2023	0,02	0,374	0,133	0,084
11	15/12/2023	0,02	0,422	0,138	0,082
12	16/12/2023	0,02	0,441	0,135	0,076
13	25/01/2024	0,18	0,835	0,514	0,184
14	26/01/2024	0,04	0,558	0,108	0,063
15	30/01/2024	0,04	0,591	0,129	0,066
16	02/02/2024	0,16	0,853	0,374	0,129
17	06/02/2024	0,04	0,54	0,111	0,07
18	08/02/2024	0,04	0,499	0,144	0,08
19	22/02/2024	0,04	0,509	0,096	0,066
20	11/03/2024	0,05	0,472	0,072	0,055
21	12/03/2024	0,05	0,513	0,092	0,062
22	20/03/2024	0,06	0,462	0,069	0,06
Medições com ADCP					
23	31/01/2024	0,15	0,299	0,45	0,47
24	31/01/2024	0,15	0,303	0,285	0,48
25	31/01/2024	0,18	0,849	0,153	0,53
26	31/01/2024	0,18	0,3	0,511	0,91
27	31/01/2024	0,20	0,249	0,463	0,59
28	31/01/2024	0,20	0,362	0,472	0,41
29	31/01/2024	0,20	0,311	0,508	0,52
30	31/01/2024	0,20	0,081	0,076	0,51
31	31/01/2024	0,18	0,272	0,379	0,49
32	31/01/2024	0,18	0,273	0,152	0,49
33	31/01/2024	0,15	0,247	0,376	0,46
34	31/01/2024	0,15	0,235	0,24	0,57
35	31/01/2024	0,25	1,398	1,232	0,64
36	31/01/2024	0,25	0,528	1,116	0,58
37	31/01/2024	0,25	0,415	1,288	0,96
38	31/01/2024	0,25	0,371	1,058	0,61
39	31/01/2024	0,24	0,425	0,469	0,67
40	31/01/2024	0,24	0,617	1,708	0,72
41	31/01/2024	0,30	0,787	2,689	0,73
42	31/01/2024	0,30	0,734	0,743	0,66
43	31/01/2024	0,28	0,111	0,138	0,6
44	31/01/2024	0,28	0,429	0,963	0,58
45	31/01/2024	0,22	0,158	0,617	0,55

Número da medição	Data	NA régua (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão total (m ³ /s)	Profundidade média (m)
46	31/01/2024	0,22	1,039	0,7	0,56

Fonte: EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

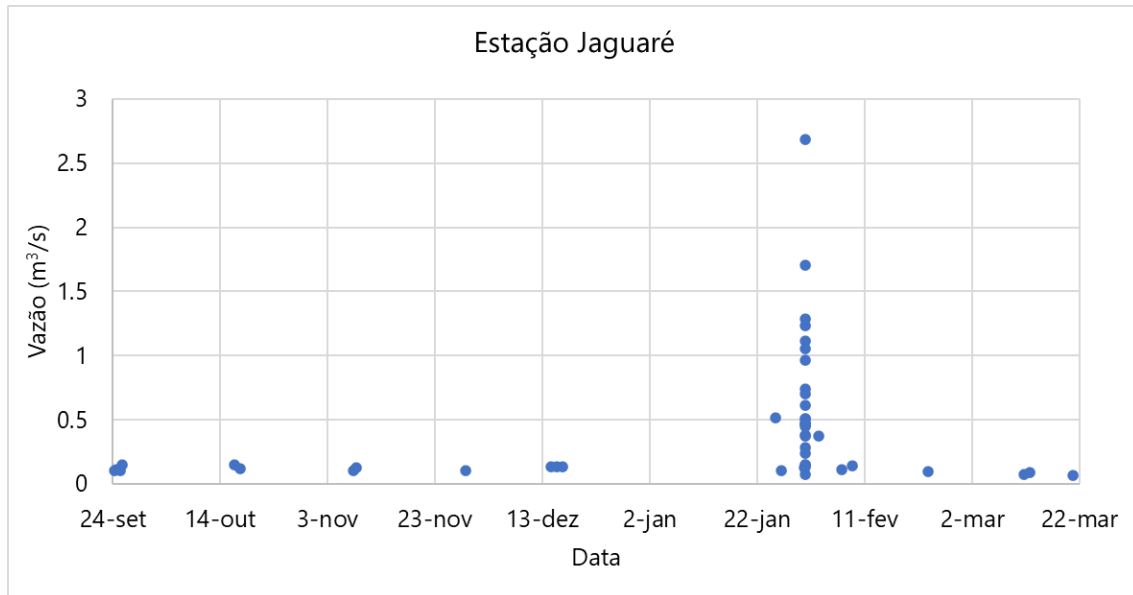


Figura 1: Vazões medidas nas campanhas de medição de vazão na estação Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

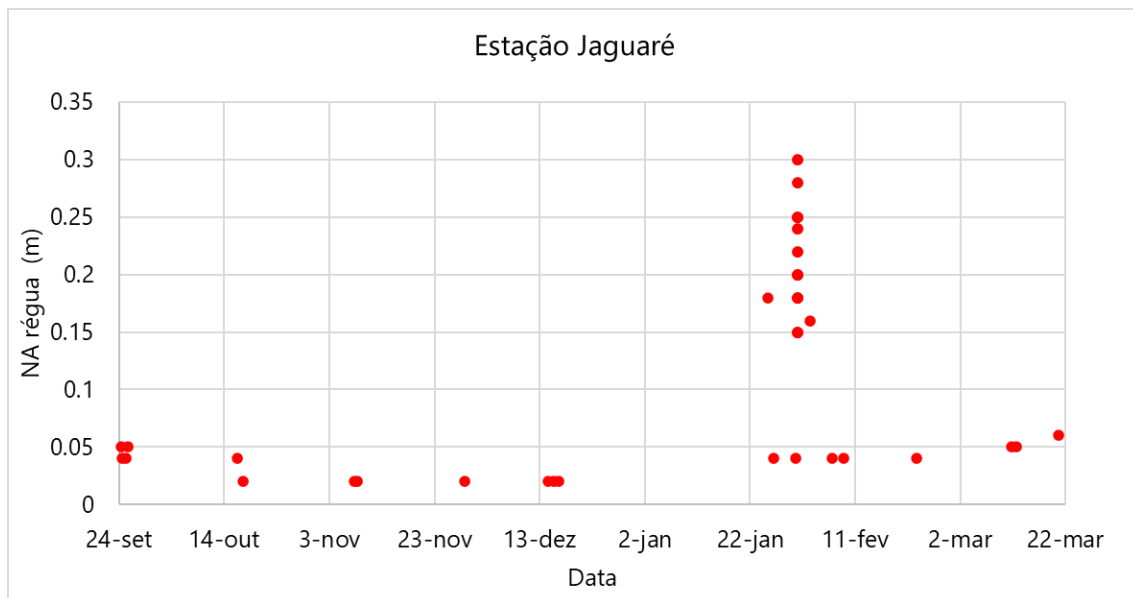


Figura 2: Leituras da régua durante as campanhas de medição de vazão na estação Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

Já no Córrego Novo Mundo foram realizadas, ao total, 34 medições de vazão, sendo 29 delas entre os meses de dezembro de 2023 e março de 2024. Os resultados de todas as medições realizadas são apresentados na Tabela 2. No dia 18/01/2024 foi possível realizar medições com ADCP; considerando as particularidades do corpo hídrico, segurança da equipe de campo e dos equipamentos, as medições foram realizadas no período de descida do nível contemplando uma variação entre 1,20 m e 0,70 cm; nesse dia foram realizadas 14 travessias. A Figura 3 e a Figura 4 ilustram respectivamente as vazões medidas e os níveis d'água lidos nas régua linimétrica nos momentos das medições.

Tabela 2: Resultados das medições de vazão na estação Novo Mundo utilizando molinete fluiométrico e ADCP.

Número da medição	Data	NA régua (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão total (m³/s)	Prof. média (m)
Medições com molinete fluiométrico					
1	16/10/2023	0,090	0,276	0,127	0,057
2	17/10/2023	0,200	0,918	1,268	0,172
3	07/11/2023	0,100	0,177	0,103	0,073
4	08/11/2023	0,090	0,160	0,082	0,064
5	29/11/2023	0,080	0,289	0,126	0,055
6	17/12/2023	0,090	0,131	0,067	0,064
7	19/12/2023	0,090	0,107	0,054	0,064
8	20/12/2023	0,080	0,142	0,062	0,055
9	20/01/2024	0,120	0,135	0,069	0,064
10	24/01/2024	0,090	0,270	0,118	0,055
11	29/01/2024	0,140	0,104	0,083	0,100
12	01/02/2024	0,100	0,290	0,169	0,073
13	07/02/2024	0,100	0,198	0,101	0,064
14	09/02/2024	0,100	0,231	0,118	0,064
15	23/02/2024	0,100	0,208	0,106	0,064
16	13/03/2024	0,090	0,211	0,108	0,064
17	14/03/2024	0,090	0,208	0,106	0,064
18	15/03/2024	0,090	0,160	0,070	0,055
19	21/03/2024	0,100	0,279	0,162	0,073

Número da medição	Data	NA régua (m)	Velocidade média (m/s)	Vazão total (m³/s)	Prof. média (m)
Medições com ADCP					
20	18/01/2024	1,200	1,788	8,839	1,360
21	18/01/2024	1,200	1,064	8,988	2,370
22	18/01/2024	1,140	0,933	8,482	1,200
23	18/01/2024	1,100	1,034	9,866	1,600
24	18/01/2024	1,040	0,878	7,223	1,500
25	18/01/2024	1,000	1,190	5,322	1,000
26	18/01/2024	0,960	0,747	8,317	0,960
27	18/01/2024	0,920	0,980	4,923	0,910
28	18/01/2024	0,880	0,792	4,553	0,910
29	18/01/2024	0,840	0,734	4,381	0,840
30	18/01/2024	0,800	0,709	3,961	1,580
31	18/01/2024	0,780	0,637	3,308	0,780
32	18/01/2024	0,740	0,581	3,207	1,390
33	18/01/2024	0,720	0,537	2,951	1,010
34	18/01/2024	0,700	0,535	2,623	0,720

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

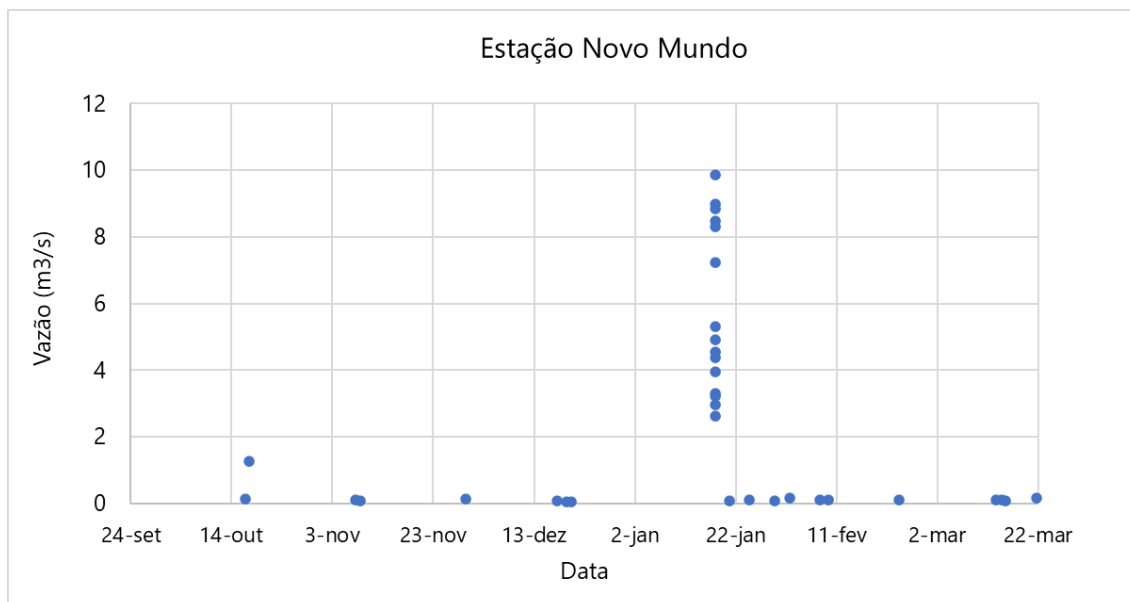


Figura 3: Vazões medidas nas campanhas de medição de vazão na estação Novo Mundo.

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

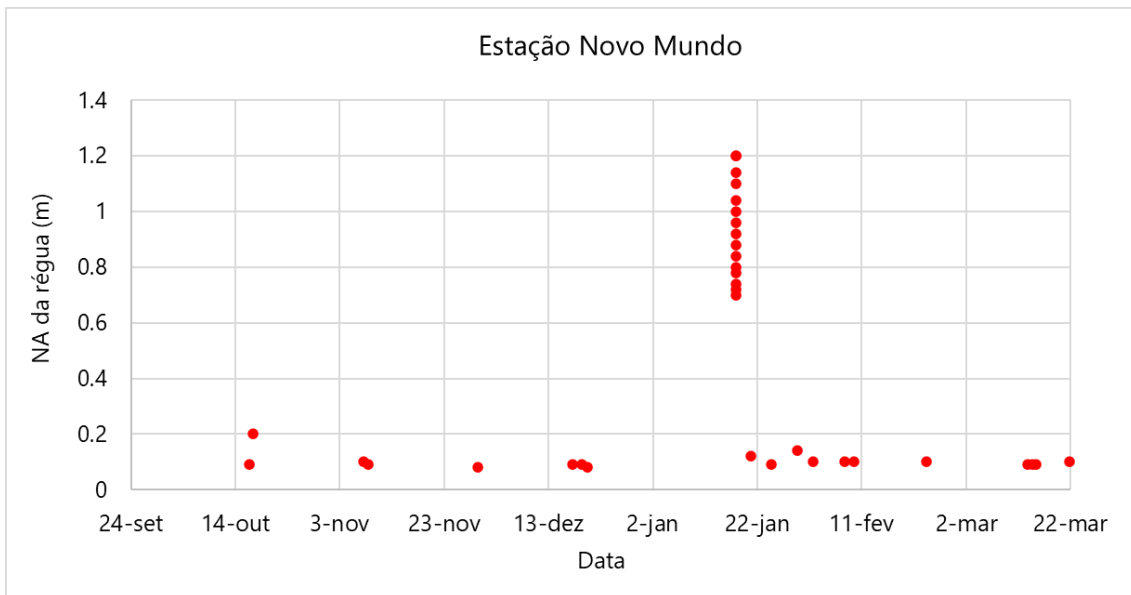


Figura 4: Leituras da régua durante as campanhas de medição de vazão na estação Novo Mundo.

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

Todos os laudos dos monitoramentos de vazão se encontram em arquivos anexos a este relatório no formato *.txt ou *.pdf, e em formato de planilha *.xlsx. Abaixo, na Figura 5 e na Figura 6, são apresentados registros fotográficos dos monitoramentos de vazão nos períodos de setembro a novembro e no período de dezembro a março, respectivamente.



Figura 5: Registros fotográficos das campanhas de monitoramento de vazões nas estações do Jaguaré e Novo Mundo no período de setembro a novembro.

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



Figura 6: Registros fotográficos das campanhas de monitoramento de vazões nas estações do Jaguaré e Novo Mundo no período de dezembro a março.
Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

2.2. Medições de nível d'água

As medições de nível d'água estão sendo realizadas por meio de sensores automáticos, com frequência de 5 minutos. A Figura 7 e a Figura 8 mostram as variações de níveis medidas respectivamente no Córrego Jaguaré e no Córrego Novo Mundo para o período de 24 de setembro de 2023 a 20 de março de 2024. As planilhas contendo os dados de nível monitorados se encontram em anexo a este documento, no APÊNDICE B, em formato *.xlsx.

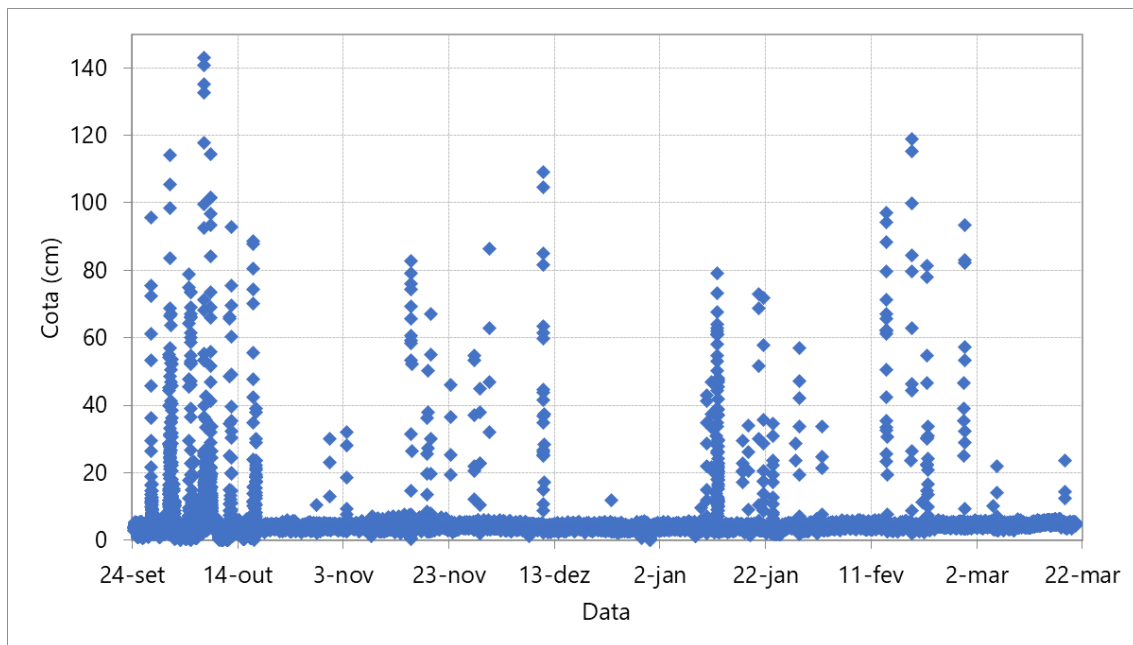


Figura 7: Medições de nível d'água realizadas com o sensor automático na estação Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).

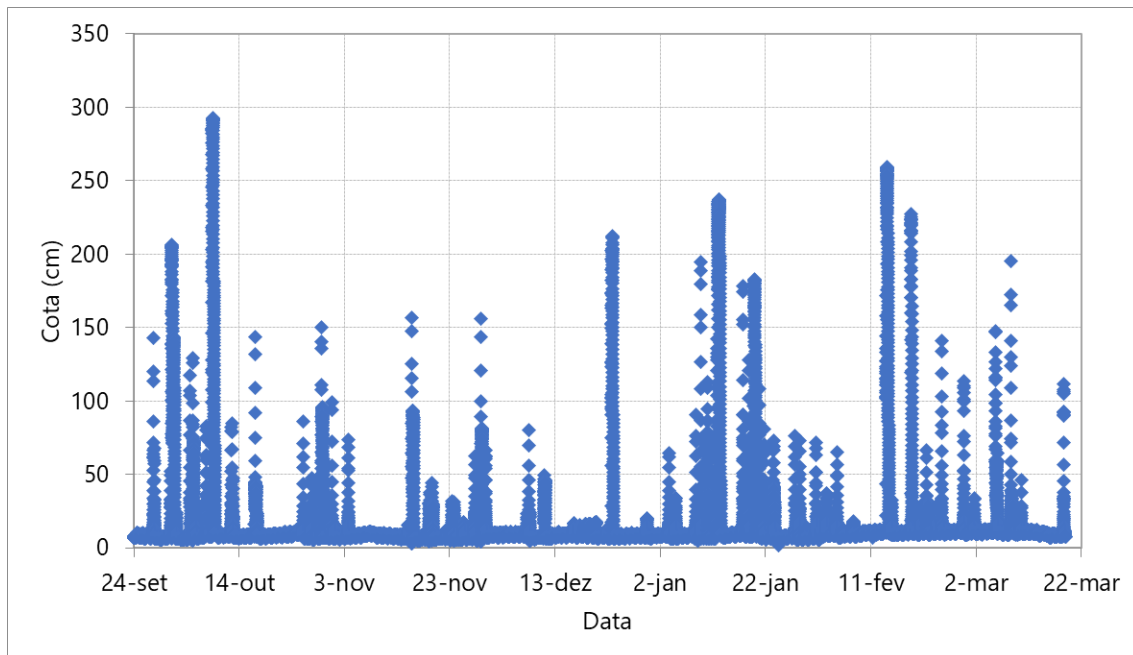


Figura 8: Medições de nível d'água realizadas com o sensor automático na estação Novo Mundo.

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

Adicionalmente, leituras das réguas linimétricas instaladas nos dois córregos são realizadas duas vezes ao dia (no início da manhã e no fim da tarde). Estas leituras serão utilizadas em caso de avarias nas estações automáticas e para verificar eventuais inconsistências nos dados dos sensores automáticos. A Figura 9 e na Figura 10 apresentam registros fotográficos/leituras realizados pelos leituristas nas réguas linimétricas instaladas nos dois córregos no período de setembro de 2023 a março de 2024.



Figura 9: Leituras de nível d'água realizadas nas réguas instaladas na estação Jaguaré.

Fonte: Elaborado por EnvEx Engenharia e Consultoria (2024).



Figura 10: Leituras de nível d'água realizadas nas réguas instaladas na estação Novo Mundo.

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

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento, 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, apresentou o segundo boletim das medições realizadas nas duas estações fluviométricas.

Conforme apresentado no primeiro boletim, inicialmente as medições de vazões seriam realizadas concomitantemente às campanhas com as barreiras flutuantes. Considerando os aspectos técnicos necessários para a obtenção das curvas-chave de vazão – objetivo final destes monitoramentos, é necessário que as medições de vazão sejam realizadas com diferentes profundidades/níveis d'água do corpo hídrico, cuja variação depende da ocorrência de chuva. Nesse sentido, as medições de vazão não precisam ser realizadas em concomitância com as campanhas das barreiras flutuantes, uma vez que há medição automática dos níveis de água, e estes serão transformados em vazões posteriormente. Por estas razões, a partir do mês de dezembro, a definição das datas das campanhas passou a ser baseada na previsão do tempo, e a equipe começou a passar o dia em campo aguardando o momento de realizar as medições (ou seja, durante a chuva). Cabe aqui ressaltar que as previsões de chuva nem sempre se confirmaram nos locais das medições.

Nesse contexto, a equipe conseguiu realizar medições com chuva em dois momentos – um na estação Novo Mundo e outro na estação Jaguaré. Em ambas as situações foi utilizado o ADCP. Cabe mencionar também que, em ambas as estações, com o intuito de tentar obter dados mais adequados para a obtenção da curva-chave foram realizadas campanhas adicionais.

No que tange às incertezas das medições, é importante ressaltar que nos eventos de chuva as medições vêm sendo realizadas com o ADCP, onde são feitas várias travessias até que a cota se estabilize. A cota é registrada durante cada travessia. As medições por método acústico possuem maior precisão e confiabilidade do que as medições tradicionais com molinete, já que a seção é discretizada em várias verticais e várias células, permitindo conhecer a velocidade em toda as distâncias e profundidades. Com relação à segurança, caso necessário, o ADCP possui um suporte estilo prancha que pode ser puxado por cordas para se deslocar de margem a margem, sem a necessidade de adentrar no rio durante cheias. Como o equipamento flutua sobre a água, o risco de resíduos se prenderem durante as medições é pequeno.

Em momentos em que não há chuva, e em que os níveis d'água não variam, as medições vêm sendo realizadas pelo método tradicional, com molinete fluviométrico, já que este método é satisfatório para situações em que não há variação de nível, conforme mencionado por Lobo (2002).

Como parte integrante deste relatório estão disponíveis no APÊNDICE A os laudos dos monitoramentos de vazão, e no APÊNDICE B estão os dados obtidos com os sensores de nível.

REFERÊNCIAS

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

LOBO, G. A. **Medição de vazão em cheias de bacias urbanas e rurais com molinetes hidrométricos e flutuadores superficiais**. 2002. 140 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ONSET Brands, <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u20-001-01>, Acesso em 24 set, 2023.

APÊNDICE A – LAUDOS DE MONITORAMENTO DE VAZÃO

Arquivos *.txt em diretório anexo.

APÊNDICE B – DADOS DE NÍVEL D'ÁGUA MEDIDOS PELOS SENSORES AUTOMÁTICOS

Arquivos *xlsx em anexo.