

Levantamento de seções topobatimétricas no rio Ji-Paraná em Rondônia (AHE Tabajara)

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - USP

CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA

NÚCLEO DE HIDROMETRIA

Novembro de 2013

EQUIPE TÉCNICA

Coordenador:

Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad

Universidade de São Paulo (USP)

Equipe Executora:

Eng. MSc. Renato Billia de Miranda

Técnico Waldomiro Antônio Filho



SUMÁRIO

1. Objetivo.....	4
2. Serviços realizados.....	4
3. Equipamentos utilizados em campo.....	4
4. Metodologia	6
4.1. Determinação da descarga líquida (vazão).....	6
4.2. Medição de vazão por molinete	8
5. Resultados	12
5.1. Localização das seções topobatimétricas.....	12
5.2. Descarga líquida – Seção 1	14
5.3. Descarga líquida – Seção 2.....	16
5.4. Descarga líquida – Seção 3.....	18
6. Referências Bibliográficas	19

1. Objetivo

Este relatório apresenta os resultados da campanha de levantamento de dados em três seções topobatimétricas, realizada no rio Ji-Paraná, no Estado de Rondônia, entre os dias 23 a 25 de outubro de 2013.

2. Serviços realizados

Os serviços realizados consistiram em:

- I. Campanha de campo para levantamento de dados relacionados as seções topobatimétricas propostas;
- II. Processamento dos dados de campo para a determinação das descargas líquidas (vazões) das seções.

3. Equipamentos utilizados em campo

Nos trabalhos de campo foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Molinete Fluviométrico (modelo Newton) (Figura 1);
- GPS de mão (Figura 2);
- Guincho hidrométrico (Figura 3);
- Conjunto de cordas graduadas.



Figura 1 – Molinete para medição de vazão.



Figura 2 – GPS de mão.



Figura 3 – Guincho hidrométrico.

4. Metodologia

4.1. Determinação da descarga líquida (vazão)

O processo de medição de descarga líquida, mais comumente conhecido simplesmente por vazão, na área de estudo da Hidrometria, é entendido como todo o processo utilizado para determinar o volume de água que passa através de uma seção transversal do curso de água por unidade de tempo (SANTOS *et al.*, 2001).

Sabe-se que o estudo do regime hidrológico de um curso de água requer o conhecimento da variação da sua vazão ao longo do tempo. Porém, a medição diária da vazão de um corpo hídrico por processos diretos é, na maioria dos casos, um processo oneroso e de certa complexidade para ser realizado. Para adequar esta situação, normalmente opta-se pelo registro diário, realizado duas vezes ao dia ou continuamente no tempo, do nível da água do corpo de água, originando uma relação entre o nível de água e a vazão, cuja periodicidade de medição varia conforme necessidades locais e de projeto.

A vazão (Q) corresponde ao volume (V) de água que escoar por uma seção do rio, num determinado intervalo de tempo (Δt). Desta forma, a vazão pode ser representada pela Equação 1.

$$Q = \frac{V}{\Delta t} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Q: Vazão [m^3/s];

V: Volume escoado pela seção [m^3];

Δt : Intervalo de tempo considerado [s];

A vazão também pode ser expressa em função da velocidade do escoamento através da área da seção, o que é conhecido como Equação da Continuidade, e pode ser representada pela Equação 2.

$$Q = v.A \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Q: Vazão [m^3/s];

V: Velocidade do fluxo [m/s];

A = Área da seção [m^2].

A Equação 2 é mais amplamente utilizada na Hidrometria considerando que os métodos de medição direta de vazão correspondem à medida de velocidade de fluxo associada à área de uma seção.

Antes de citar a metodologia para medição de vazão por molinete, cabe destacar a definição de algumas grandezas que são importantes para entendimento dos cálculos.

A área molhada é definida como a área da seção transversal ocupada pela água (Figura 4).

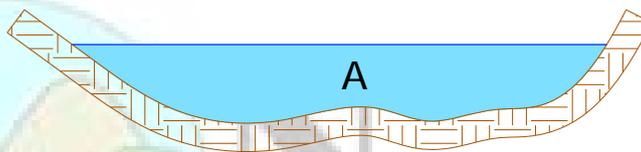


Figura 4 – Área molhada.

A largura superficial (L) pode ser definida como o comprimento da linha horizontal de contorno da área molhada - interface água-ar (Figura 5).

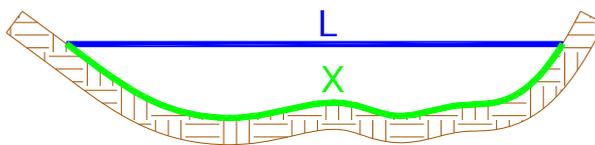


Figura 5 – Perímetro molhado e largura superficial.

O ponto inicial (PI) é o ponto localizado na margem do curso d'água, tomado como origem das distâncias horizontais da seção, geralmente materializado com um marco de concreto ou estaca. Já o ponto final (PF) é o ponto localizado na margem oposta à do PI, utilizado para o alinhamento da seção hidrométrica.

A vertical é considerada a linha imaginária, localizada na seção hidrométrica, e perpendicular à superfície livre, ao longo da qual são efetuadas as medidas de velocidade. A distância entre duas verticais (I) é a distância horizontal entre duas verticais consecutivas [m].

Já a profundidade da vertical (p) é a distância vertical entre a linha d'água e o leito do rio, tomada exatamente abaixo de uma vertical [m]. E a área entre duas verticais (a) é a extensão molhada delimitada por duas verticais consecutivas.

A Figura 6 ilustra alguns dos parâmetros citados anteriormente.

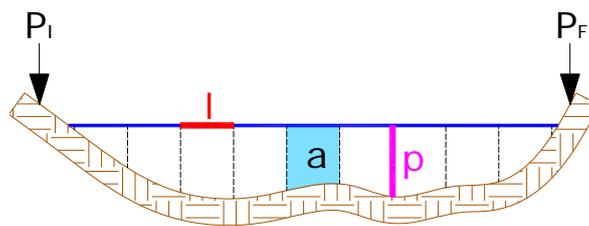


Figura 6 – Ponto inicial e final, distância entre verticais, área entre verticais e profundidade da vertical.

4.2. Medição de vazão por molinete

Os molinetes são medidores da velocidade do escoamento no tubo de corrente onde estiverem inseridos. A Figura 7 ilustra os principais componentes deste equipamento.

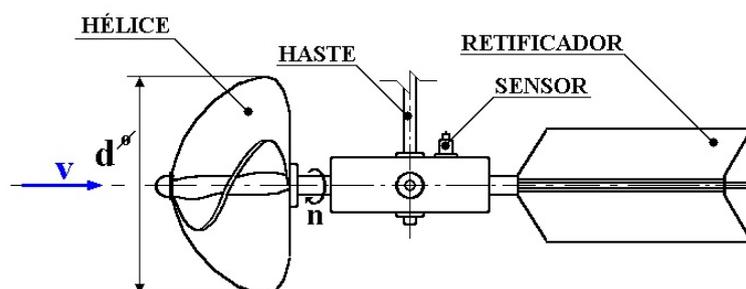


Figura 7 – Principais componentes de um molinete hidrométrico de eixo horizontal (SOUZA *et al.*, 2005).

O princípio de funcionamento dos molinetes é relativamente simples. As hélices, ao girar, emitem impulsos elétricos, que são transformados em sinais sonoros ou registrados por contadores digitais. Cada sinal corresponde a uma rotação completa da hélice. As rotações são registradas ou contadas durante um período de tempo pré-

definido (por exemplo, 40 segundos). Dividindo-se o número total de rotações pelo tempo, tem-se o valor em rotações por segundo (RPS).

Cada molinete, ao ser adquirido, é acompanhado de uma curva de calibragem e uma equação própria, do tipo:

$$v = a \cdot n + b \quad \text{(Equação 3)}$$

Em que:

v: velocidade [m/s];

n: número de rotações por segundo [RPS];

a e b: constantes do molinete.

Com isso, de posse do valor de n, obtém-se a velocidade no ponto considerado. Além do molinete, os equipamentos utilizados nas medições vão depender das características do rio. Em rios pequenos e rasos, a medição pode ser executada a vau, ou seja, com o hidrometrista dentro d'água. Em rios grandes, deve-se realizar as medições embarcadas. Para tanto, serão necessários o barco propriamente dito, um guincho hidrométrico (tipo de carretilha, equipada com cabo de aço, na qual é acoplado o molinete), lastros para o molinete, e um cabo guia para a embarcação. Deve-se nesse caso, dar atenção especial ao alinhamento do barco, uma vez que a corrente tenderá a deslocar o mesmo para jusante do alinhamento da seção.

O perfil de velocidade em um rio não é uniforme, apresentando geralmente velocidade maior no centro do que nas margens. Da mesma forma, a velocidade é geralmente menor no fundo do rio do que na superfície. Então utilizar apenas uma medição de velocidade pode resultar em uma estimativa errada da velocidade média.

Portanto, para obter uma boa estimativa da velocidade média, mede-se a mesma em diversas seções verticais, e em vários pontos ao longo destas seções verticais. A Figura 8 representa uma seção de medição de largura “L” com as verticais indicadas e também os pontos de medição.

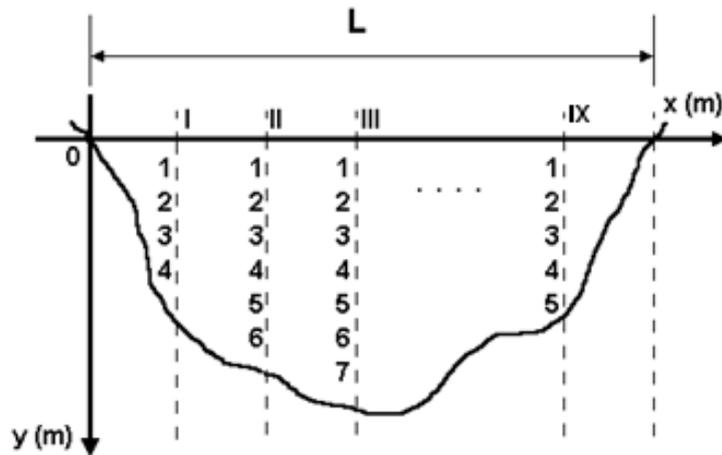


Figura 8 – Exemplo de verticais e pontos de medição (SOUZA *et al.*, 2005).

O processo de medição com o molinete hidrométrico inicia-se com o alinhamento exato da seção e a fixação da corda (ou cabo) graduada entre as margens. Desse modo, conhecida a largura do rio, estipula-se a distância entre cada vertical. A Tabela 1, adaptada de Santos *et al.* (2001), apresenta o número de pontos de medição em uma vertical de acordo com a profundidade do rio e a Tabela 2 apresenta o número de seções verticais recomendado conforme a largura do rio.

Tabela 1 – Número e posição de medição na vertical recomendados de acordo com a profundidade do rio.

Profundidade (m)	Nº de pontos	Posição dos pontos
0,15 a 0,60	1	0,6p
0,60 a 1,20	2	0,2p e 0,8p
1,20 a 2,00	3	0,2p, 0,6p e 0,8p
2,00 a 4,00	4	0,2p, 0,4p, 0,6p e 0,8p
> 4,00	6	S, 0,2p, 0,4p, 0,6p, 0,8p e P

Fonte: Santos *et al.* (2001).

Tabela 2 – Distância recomendada entre verticais, de acordo com a largura do rio.

Largura do rio (m)	Distância das verticais (m)
< 3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
> 250	12,0

Fonte: Santos *et al.* (2001).

A Tabela 1 mostra que são recomendados muitas medições na vertical, porém, frequentemente, as medições são feitas com apenas dois pontos na vertical, mesmo em rios com profundidade maior que 1,20 m. O motivo é que para realizar todas as medidas, requer muito tempo o que pode viciar estas medidas, visto que pode haver alterações no regime hidrológico durante o tempo de medidas.

A medição de vazão está baseada na medição de velocidade em um grande número de pontos. A integração do produto da velocidade da corrente pela área abrangida por esta corrente é a vazão do rio. Para isso calcula-se a velocidade média da corrente para cada seção vertical e considera-se esta velocidade média com abrangência na área do perfil e áreas próximas a esta seção vertical.

A área de uma subseção é dada pela Equação 4.

$$A_i = p_i \cdot \left(\frac{(d_i + d_{i+1})}{2} - \frac{(d_{i-1} + d_i)}{2} \right) = p_i \cdot \left(\frac{d_{i+1} - d_{i-1}}{2} \right) \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

A_i : área de uma subseção;

i : vertical que está sendo considerada;

p_i : profundidade no ponto i ;

d : distância da vertical até a margem.

Desse modo, a vazão é obtida da integração do produto da velocidade pela área de uma subseção (Equação 5).

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i \cdot A_i \quad (\text{Equação 5})$$

5. Resultados

5.1. Localização das seções topobatimétricas

Foram realizadas três seções topobatimétricas no rio Ji-Paraná (Rondônia). As seções foram sugeridas pelo proponente e estão ilustradas na Figura 9.

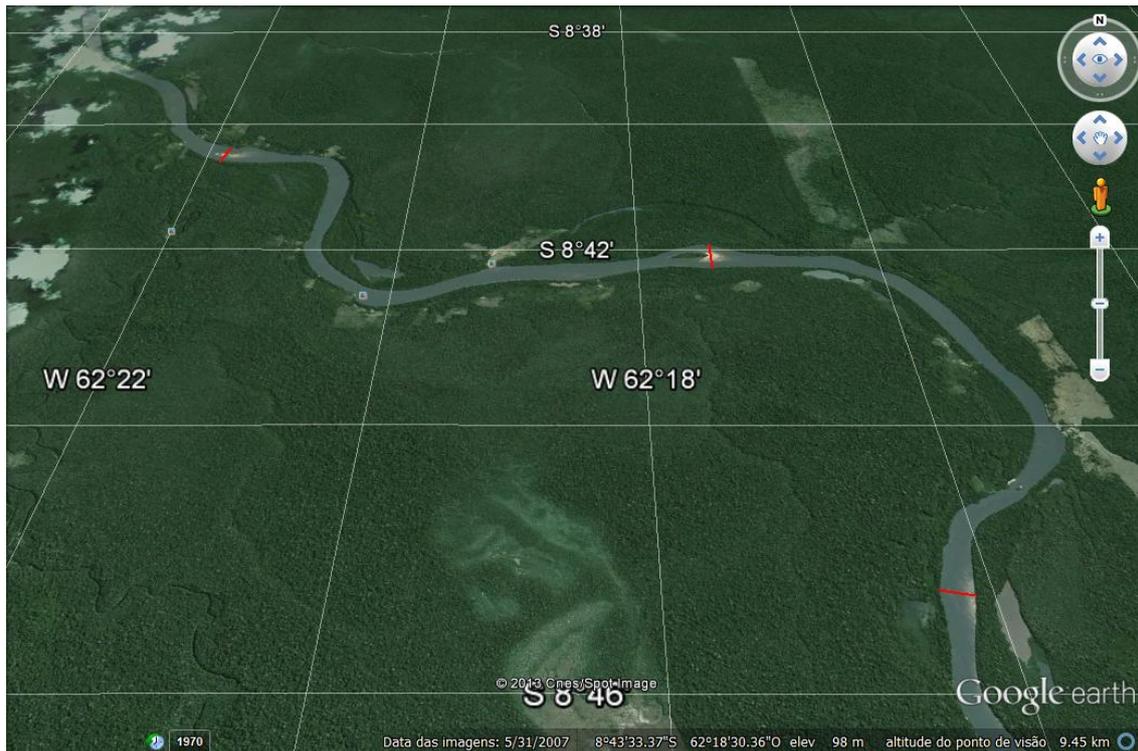


Figura 9 – Localização das três seções topobatimétricas (Google Earth, 2013).

A seguir são detalhadas as coordenadas dos pontos iniciais (Pi) e finais (Pf) de medição de cada seção. As Figuras 10, 11 e 12 ilustram respectivamente, as seções 1, 2 e 3.

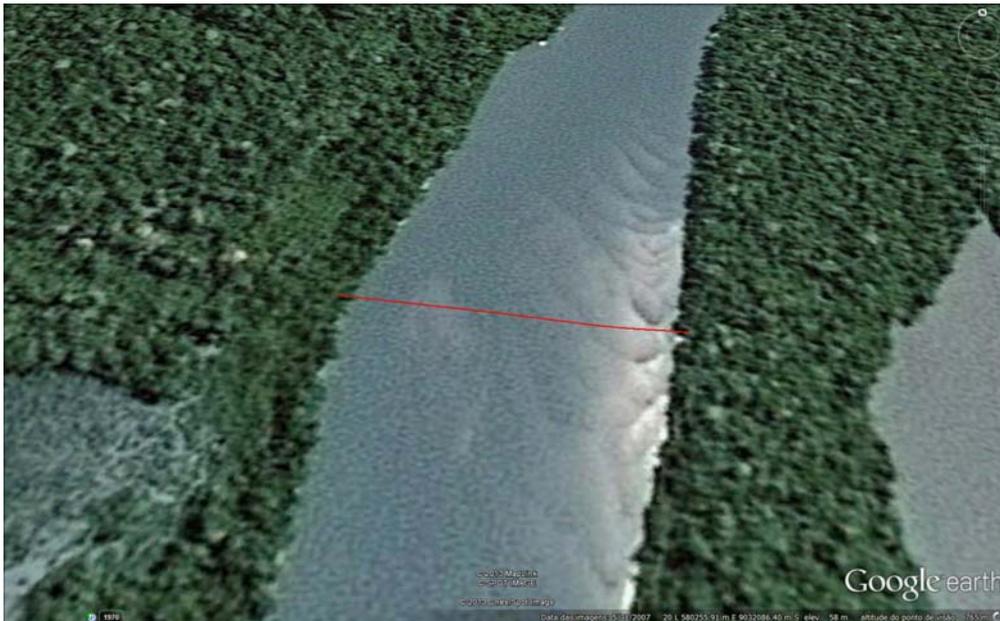


Figura 10 – Seção topobatimétrica 1 (Google Earth, 2013).

Tabela 3 – Coordenadas UTM no datum WGS84 (zona 20) da Seção 1.

Coordenada do Pi (Margem Esquerda)	Coordenada do Pf (Margem Direita)
580074.00 m E / 9032119.00 m S	580457.93 m E / 9032101.33 m S



Figura 11 – Seção topobatimétrica 2 (Google Earth, 2013).

Tabela 4 – Coordenadas UTM no datum WGS84 (zona 20) da Seção 2.

Coordenada do Pi (Margem Esquerda)	Coordenada do Pf (Margem Direita)
578133.00 m E / 9037808.00 m S	578125.00 m E / 9038384.00 m S

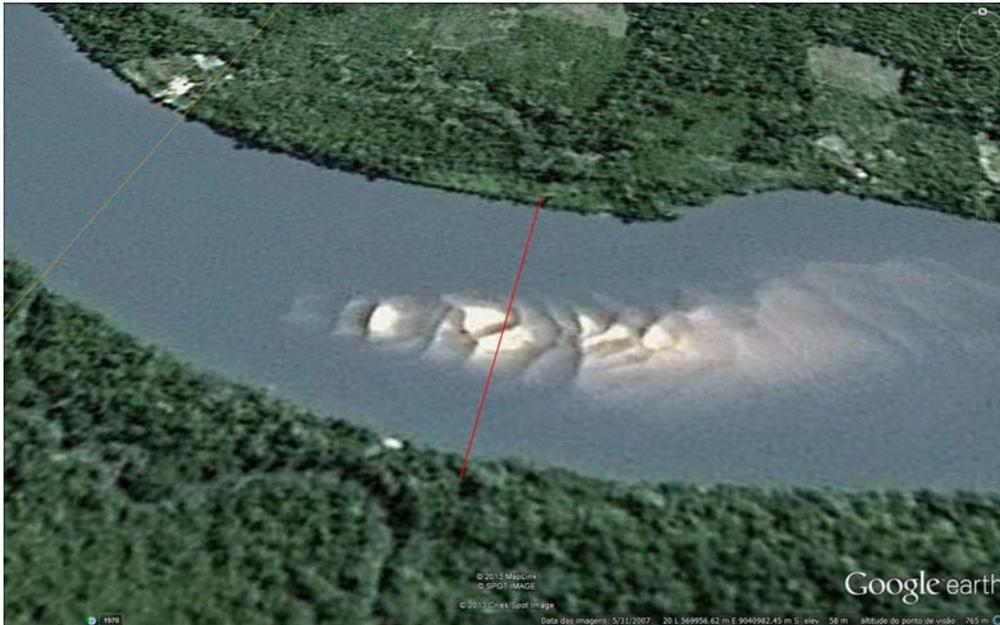


Figura 12 – Seção topobatimétrica 3 (Google Earth, 2013).

Tabela 5 – Coordenadas UTM no datum WGS84 (zona 20) da Seção 3.

Coordenada do Pi (Margem Esquerda)	Coordenada do Pf (Margem Direita)
569929.00 m E / 9040773.00 m S	570002.00 m E / 9041172.00 m S

5.2. Descarga líquida – Seção 1

A Tabela 6 apresenta os valores das medições de profundidades e velocidades para determinação da vazão na Seção 1. Maiores detalhes podem ser encontrados no Anexo II.

Tabela 6 – Parâmetros (profundidades, velocidades, áreas e vazões) da Seção 1.

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)
S0	0	0,00	0,0000	0,00	0,0000
S1	3	0,78	0,0000	3,90	0,0000
S2	10	4,10	0,5893	34,85	20,5361
S3	20	5,58	0,9517	55,80	53,1058
S4	30	5,58	0,9625	55,80	53,7052
S5	40	5,74	0,9284	57,40	53,2906
S6	50	5,17	0,8999	51,70	46,5251
S7	60	4,40	0,9016	44,00	39,6714
S8	70	2,90	0,8257	29,00	23,9465
S9	80	2,22	0,8264	22,20	18,3455

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S10	90	1,93	0,7563	19,30	14,5970
S11	100	2,18	0,7364	21,80	16,0526
S12	110	2,63	0,6473	26,30	17,0252
S13	120	2,82	0,7537	28,20	21,2548
S14	130	3,09	0,8102	30,90	25,0361
S15	140	3,00	0,8627	30,00	25,8806
S16	150	3,00	0,8161	30,00	24,4833
S17	160	2,84	0,8186	28,40	23,2487
S18	170	2,60	0,7745	26,00	20,1361
S19	180	2,60	0,7719	26,00	20,0687
S20	190	2,13	0,7989	21,30	17,0159
S21	200	2,25	0,7529	22,50	16,9399
S22	210	2,02	0,7813	20,20	15,7819
S23	220	1,83	0,7197	18,30	13,1702
S24	230	1,60	0,7372	16,00	11,7951
S25	240	1,34	0,6226	13,40	8,3429
S26	250	1,14	0,6194	11,40	7,0608
S27	260	0,94	0,5672	9,40	5,3318
S28	270	0,80	0,5464	8,00	4,3712
S29	280	1,00	0,5066	10,00	5,0662
S30	290	0,73	0,4825	7,30	3,5222
S31	300	0,69	0,4462	6,90	3,0791
S32	310	0,56	0,4333	5,60	2,4267
S33	320	0,54	0,5044	5,40	2,7236
S34	330	0,64	0,4272	6,40	2,7340
S35	340	0,70	0,4875	7,00	3,4126
S36	350	0,89	0,4485	6,68	2,9936
S37	355	0,82	0,5023	4,10	2,0596
S38	360	0,68	0,1381	2,72	0,3755
S39	363	0,00	0,0000	0,00	0,0000

Os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros da Seção 1.

Parâmetros	Valores	Unidade
Profundidade média da seção	2,22	m
Largura da seção	363	m
Velocidade média	0,78	m/s
Área da seção	824,15	m ²
Descarga líquida	645,11	m ³ /s

5.3. Descarga líquida – Seção 2

A Tabela 8 apresenta os valores das medições de profundidades e velocidades para determinação da vazão na Seção 2. Maiores detalhes podem ser encontrados no Anexo III.

Tabela 8 – Parâmetros (profundidades, velocidades, áreas e vazões) da Seção 2.

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S0	0	0,00	0,0000	0,00	0,0000
S1	4	2,20	0,2691	11,00	2,9599
S2	10	3,28	0,7726	26,24	20,2737
S3	20	4,20	0,8755	42,00	36,7715
S4	30	4,40	0,8702	44,00	38,2869
S5	40	4,30	0,9089	43,00	39,0819
S6	50	3,89	0,8975	38,90	34,9116
S7	60	3,69	0,9396	36,90	34,6718
S8	70	3,49	0,8777	34,90	30,6332
S9	80	3,20	0,7898	32,00	25,2735
S10	90	3,00	0,7815	30,00	23,4464
S11	100	2,70	0,7654	27,00	20,6655
S12	110	2,17	0,7294	21,70	15,8276
S13	120	1,81	0,7006	18,10	12,6815
S14	130	1,49	0,6307	14,90	9,3974
S15	140	1,25	0,6188	12,50	7,7354
S16	150	1,10	0,5450	11,00	5,9953
S17	160	0,94	0,5107	9,40	4,8006
S18	170	0,68	0,4970	6,80	3,3796
S19	180	0,56	0,4397	5,60	2,4623
S20	190	0,42	0,4708	4,20	1,9775
S21	200	0,39	0,3797	3,90	1,4807
S22	210	0,43	0,2606	4,30	1,1205
S23	220	0,47	0,0000	3,53	0,0000
S24	225	0,39	0,0000	1,95	0,0000
S25	230	0,37	0,0000	1,85	0,0000
S26	235	0,34	0,0000	1,70	0,0000
S27	240	0,27	0,0000	1,35	0,0000
S28	245	0,15	0,0000	0,75	0,0000
S29	250	0,20	0,0000	1,00	0,0000
S30	255	0,26	0,0000	1,30	0,0000
S31	260	0,43	0,3132	2,15	0,6735
S32	265	0,66	0,0000	3,30	0,0000
S33	270	0,55	0,0000	2,75	0,0000

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S34	275	0,34	0,0000	0,85	0,0000
Banco de areia	0	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Banco de areia	68	0,00	0,0000	0,00	0,0000
S35	5	0,58	0,1901	1,45	0,2756
S36	10	0,45	0,4220	2,25	0,9495
S37	15	0,45	0,4292	2,25	0,9657
S38	20	0,48	0,4135	2,40	0,9923
S39	25	0,51	0,5133	2,55	1,3088
S40	30	0,50	0,5429	2,50	1,3573
S41	35	0,62	0,5404	3,10	1,6751
S42	40	0,52	0,5686	2,60	1,4784
S43	45	0,52	0,6802	2,60	1,7684
S44	50	0,62	0,6752	3,10	2,0931
S45	55	0,53	0,7117	2,65	1,8860
S46	60	0,93	0,6354	6,98	4,4317
S47	70	1,13	0,7560	11,30	8,5427
S48	80	1,25	0,8383	12,50	10,4792
S49	90	1,65	0,7638	16,50	12,6025
S50	100	1,71	0,8417	17,10	14,3936
S51	110	2,30	0,8179	23,00	18,8123
S52	120	2,47	0,8681	24,70	21,4431
S53	130	2,74	0,8721	27,40	23,8943
S54	140	3,30	0,8430	33,00	27,8174
S55	150	3,10	0,9013	31,00	27,9417
S56	160	3,40	0,9222	34,00	31,3538
S57	170	3,82	0,9145	38,20	34,9343
S58	180	3,70	0,7045	27,75	19,5508
S59	185	2,50	0,4603	6,25	2,8770
S60	188	0,00	0,0000	0,00	0,0000

Os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros da Seção 2.

	1º trecho	2º trecho	Total	Unidade
Profundidade média da seção	1,54	1,59	1,57	m
Largura da seção	275	185	460	m
Velocidade média	0,7478	0,8084	0,7781	m/s
Área da seção	500,82	340,88	841,69	m ²
Descarga líquida	374,5077	275,5507	650,0584	m ³ /s

5.4. Descarga líquida – Seção 3

A Tabela 10 apresenta os valores das medições de profundidades e velocidades para determinação da vazão na Seção 2. Maiores detalhes podem ser encontrados no Anexo IV.

Tabela 10 – Parâmetros (profundidades, velocidades, áreas e vazões) da Seção 3.

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S0	0	0,00	0,0000	0,00	0,0000
S1	10	1,89	0,3097	18,90	5,8535
S2	20	3,10	0,3871	31,00	12,0015
S3	30	3,80	0,7708	38,00	29,2892
S4	40	3,80	0,9561	38,00	36,3336
S5	50	4,00	0,9285	40,00	37,1419
S6	60	4,00	0,8837	40,00	35,3471
S7	70	3,40	0,8964	34,00	30,4784
S8	80	3,30	0,9056	33,00	29,8838
S9	90	3,00	0,9202	30,00	27,6069
S10	100	2,70	0,7824	27,00	21,1259
S11	110	2,38	0,7420	23,80	17,6607
S12	120	1,70	0,6762	17,00	11,4952
S13	130	1,38	0,5658	13,80	7,8083
S14	140	1,08	0,5083	10,80	5,4895
S15	150	0,84	0,4653	8,40	3,9089
S16	160	0,64	0,4386	6,40	2,8072
S17	170	0,54	0,4070	5,40	2,1975
S18	180	0,50	0,4033	5,00	2,0166
S19	190	0,46	0,4530	4,60	2,0838
S20	200	0,48	0,4474	4,80	2,1473
S21	210	0,69	0,2880	6,90	1,9872
S22	220	0,90	0,3513	9,00	3,1614
S23	230	1,10	0,2799	11,00	3,0790
S24	240	1,48	0,3333	14,80	4,9331
S25	250	1,48	0,3649	14,80	5,4000
S26	260	1,80	0,4886	18,00	8,7943
S27	270	2,60	0,5824	26,00	15,1426
S28	280	3,05	0,6107	30,50	18,6256
S29	290	3,05	0,6354	30,50	19,3784
S30	300	3,00	0,6349	30,00	19,0456
S31	310	3,28	0,7316	32,80	23,9954
S32	320	3,30	0,7737	33,00	25,5313
S33	330	3,08	0,8967	30,80	27,6189

Seção	Distância do Pi (m)	Profundidade Vertical (m)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S34	340	2,60	0,9697	26,00	25,2129
S35	350	3,00	0,8800	30,00	26,4002
S36	360	3,00	0,8932	30,00	26,7949
S37	370	3,00	0,8741	30,00	26,2234
S38	380	2,69	0,7569	26,90	20,3603
S39	390	2,35	0,7029	23,50	16,5180
S40	400	2,00	0,6900	20,00	13,8002
S41	410	1,70	0,5699	17,00	9,6879
S42	420	1,50	0,4891	15,00	7,3363
S43	430	1,70	0,2784	12,75	3,5502
S44	435	0,00	0,0000	0,00	0,0000

Os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Parâmetros da Seção 3.

Parâmetros	Valores	Unidade
Profundidade média da seção	2,22	m
Largura da seção	435	m
Velocidade média	0,71	m/s
Área da seção	949,15	m ²
Descarga líquida	675,25	m ³ /s

6. Referências Bibliográficas

MAUAD, F. F. (Coordenador). Programa de Formação e Treinamento: Técnicas Hidrométricas - Módulo 2: Fluviometria. Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila de curso, 2008.

SANTOS, *et al.* Hidrometria Aplicada. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2001.

SOUZA, Z. *et al.* Hidrometria básica. Itajubá: UNIFEI/ANA, 2005.

Anexo I – Registros fotográficos da campanha



Figura 13 – Fixação da corda graduada em uma das margens (Pi) - Seção 1 - para alinhamento da seção topobatimétrica.



Figura 14 – Corda sendo esticada para início das medições - Seção 2.



Figura 15 – Corda graduada ligando as duas margens da Seção 3.



Figura 16 – Medição da profundidade utilizando o guincho hidrométrico (Seção 2).



Figura 17 – Medição da velocidade utilizando o guincho hidrométrico e o molinete (Seção 3).



Figura 18 – Banco de areia localizado na Seção 2.

Anexo II – Parâmetros da Seção 1

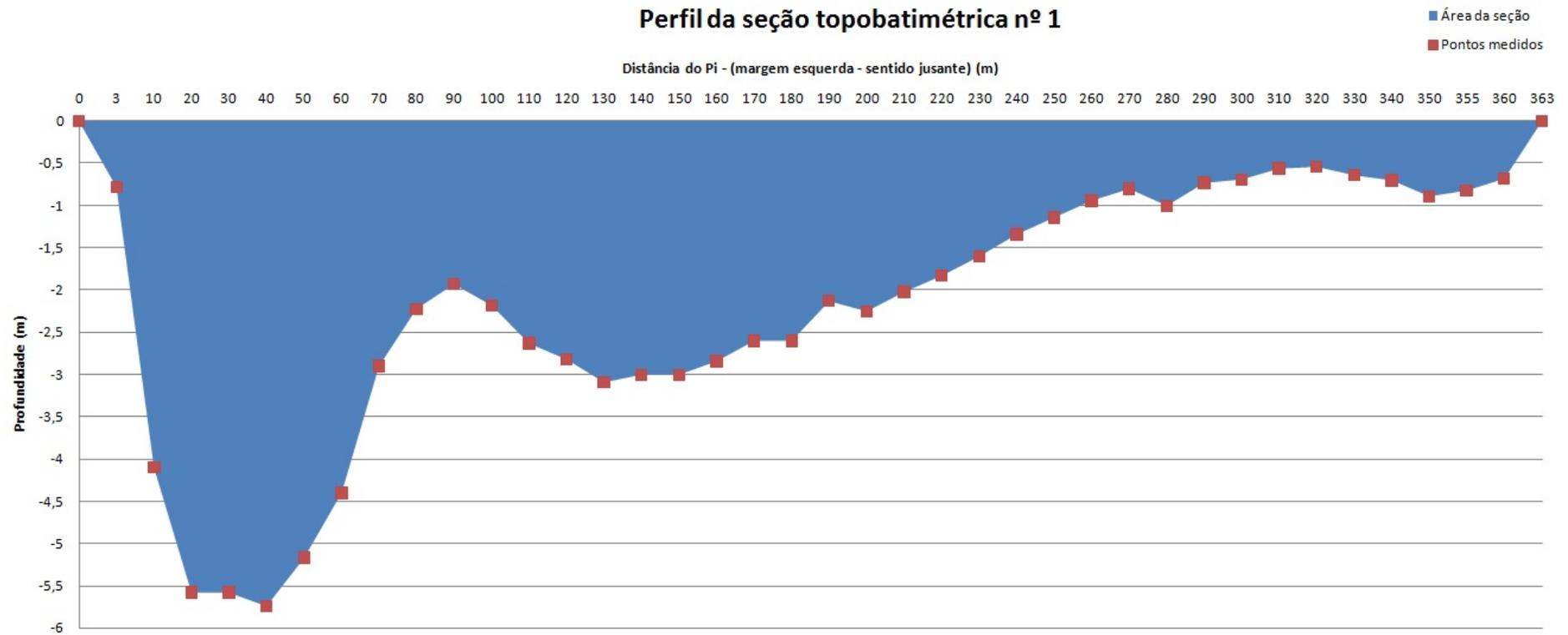
Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S0	0	0,00	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
S1	3	0,78	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	3,90	0,0000
S2	10	4,10	80	37,0	2,1622	0,5362	0,5893	34,85	20,5361
			100	40,5	2,4691	0,6105			
			100	39,8	2,5126	0,6210			
S3	20	5,58	150	40,0	3,7500	0,9205	0,9517	55,80	53,1058
			150	40,1	3,7406	0,9182			
			170	41,0	4,1463	1,0164			
S4	30	5,58	150	40,1	3,7406	0,9182	0,9625	55,80	53,7052
			150	39,8	3,7688	0,9251			
			170	39,9	4,2607	1,0441			
S5	40	5,74	130	40,8	3,1863	0,7841	0,9284	57,40	53,2906
			150	40,0	3,7500	0,9205			
			180	40,8	4,4118	1,0806			
S6	50	5,17	130	41,0	3,1707	0,7803	0,8999	51,70	46,5251
			150	40,9	3,6675	0,9005			
			170	40,9	4,1565	1,0189			
S7	60	4,40	140	40,7	3,4398	0,8454	0,9016	44,00	39,6714
			150	39,3	3,8168	0,9367			
			150	39,9	3,7594	0,9228			
S8	70	2,90	120	40,6	2,9557	0,7283	0,8257	29,00	23,9465
			140	41,9	3,3413	0,8216			
			150	39,7	3,7783	0,9274			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S9	80	2,22	120	40,0	3,0000	0,7390	0,8264	22,20	18,3455
			150	40,3	3,7221	0,9137			
S10	90	1,93	120	40,8	2,9412	0,7248	0,7563	19,30	14,5970
			130	40,6	3,2020	0,7879			
S11	100	2,18	110	39,4	2,7919	0,6886	0,7364	21,80	16,0526
			130	40,8	3,1863	0,7841			
S12	110	2,63	90	40,0	2,2500	0,5575	0,6473	26,30	17,0252
			120	40,1	2,9925	0,7372			
S13	120	2,82	100	38,8	2,5773	0,6367	0,7537	28,20	21,2548
			140	39,5	3,5443	0,8707			
S14	130	3,09	120	40,8	2,9412	0,7248	0,8102	30,90	25,0361
			130	39,1	3,3248	0,8176			
			170	47,0	3,6170	0,8883			
S15	140	3,00	130	40,0	3,2500	0,7995	0,8627	30,00	25,8806
			140	40,5	3,4568	0,8495			
			150	39,2	3,8265	0,9390			
S16	150	3,00	120	41,0	2,9268	0,7213	0,8161	30,00	24,4833
			140	41,0	3,4146	0,8393			
			150	41,5	3,6145	0,8877			
S17	160	2,84	120	40,9	2,9340	0,7230	0,8186	28,40	23,2487
			140	41,8	3,3493	0,8235			
			150	40,5	3,7037	0,9093			
S18	170	2,60	110	38,9	2,8278	0,6973	0,7745	26,00	20,1361
			140	40,4	3,4653	0,8516			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S19	180	2,60	110	40,2	2,7363	0,6752	0,7719	26,00	20,0687
			140	39,6	3,5354	0,8686			
S20	190	2,13	120	39,5	3,0380	0,7482	0,7989	21,30	17,0159
			140	40,5	3,4568	0,8495			
S21	200	2,25	120	39,4	3,0457	0,7501	0,7529	22,50	16,9399
			120	39,1	3,0691	0,7557			
S22	210	2,02	120	39,9	3,0075	0,7408	0,7813	20,20	15,7819
			130	38,9	3,3419	0,8217			
S23	220	1,83	100	39,1	2,5575	0,6319	0,7197	18,30	13,1702
			130	39,6	3,2828	0,8074			
S24	230	1,60	120	40,0	3,0000	0,7390	0,7372	16,00	11,7951
			120	40,2	2,9851	0,7354			
S25	240	1,34	100	39,4	2,5381	0,6272	0,6226	13,40	8,3429
			100	40,0	2,5000	0,6180			
S26	250	1,14	90	39,8	2,2613	0,5602	0,6194	11,40	7,0608
			110	40,0	2,7500	0,6785			
S27	260	0,94	90	39,1	2,3018	0,5700	0,5672	9,40	5,3318
			90	39,5	2,2785	0,5644			
S28	270	0,80	80	41,0	1,9512	0,4852	0,5464	8,00	4,3712
			100	40,7	2,4570	0,6076			
S29	280	1,00	80	41,6	1,9231	0,4784	0,5066	10,00	5,0662
			91	42,2	2,1564	0,5348			
S30	290	0,73	80	42,0	1,9048	0,4740	0,4825	7,30	3,5222
			80	40,5	1,9753	0,4910			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S31	300	0,69	70	39,1	1,7903	0,4462	0,4462	6,90	3,0791
S32	310	0,56	70	40,3	1,7370	0,4333	0,4333	5,60	2,4267
S33	320	0,54	80	39,4	2,0305	0,5044	0,5044	5,40	2,7236
S34	330	0,64	70	40,9	1,7115	0,4272	0,4272	6,40	2,7340
S35	340	0,70	80	40,8	1,9608	0,4875	0,4875	7,00	3,4126
S36	350	0,89	70	38,9	1,7995	0,4485	0,4485	6,68	2,9936
S37	355	0,82	80	40,8	1,9608	0,4875	0,5023	4,10	2,0596
			80	38,4	2,0833	0,5172			
S38	360	0,68	20	38,7	0,5168	0,1381	0,1381	2,72	0,3755
S39	363	0,00	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000

Perfil da seção topobatimétrica nº 1



Anexo III – Parâmetros da Seção 2

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S0	0	0,00	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
S1	4	2,20	40	43,20	0,9259	0,2371	0,2691	11,00	2,9599
			50	42,00	1,1905	0,3011			
S2	10	3,28	100	36,90	2,7100	0,6688	0,7726	26,24	20,2737
			140	42,00	3,3333	0,8197			
			140	41,50	3,3735	0,8294			
S3	20	4,20	100	36,90	2,7100	0,6688	0,8755	42,00	36,7715
			150	38,90	3,8560	0,9462			
			170	41,20	4,1262	1,0115			
S4	30	4,40	140	41,60	3,3654	0,8274	0,8702	44,00	38,2869
			130	41,90	3,1026	0,7638			
			158	38,00	4,1579	1,0192			
S5	40	4,30	130	41,20	3,1553	0,7766	0,9089	43,00	39,0819
			160	40,50	3,9506	0,9690			
			160	40,00	4,0000	0,9810			
S6	50	3,89	120	39,20	3,0612	0,7538	0,8975	38,90	34,9116
			140	39,50	3,5443	0,8707			
			170	39,00	4,3590	1,0679			
S7	60	3,69	140	40,70	3,4398	0,8454	0,9396	36,90	34,6718
			160	40,60	3,9409	0,9667			

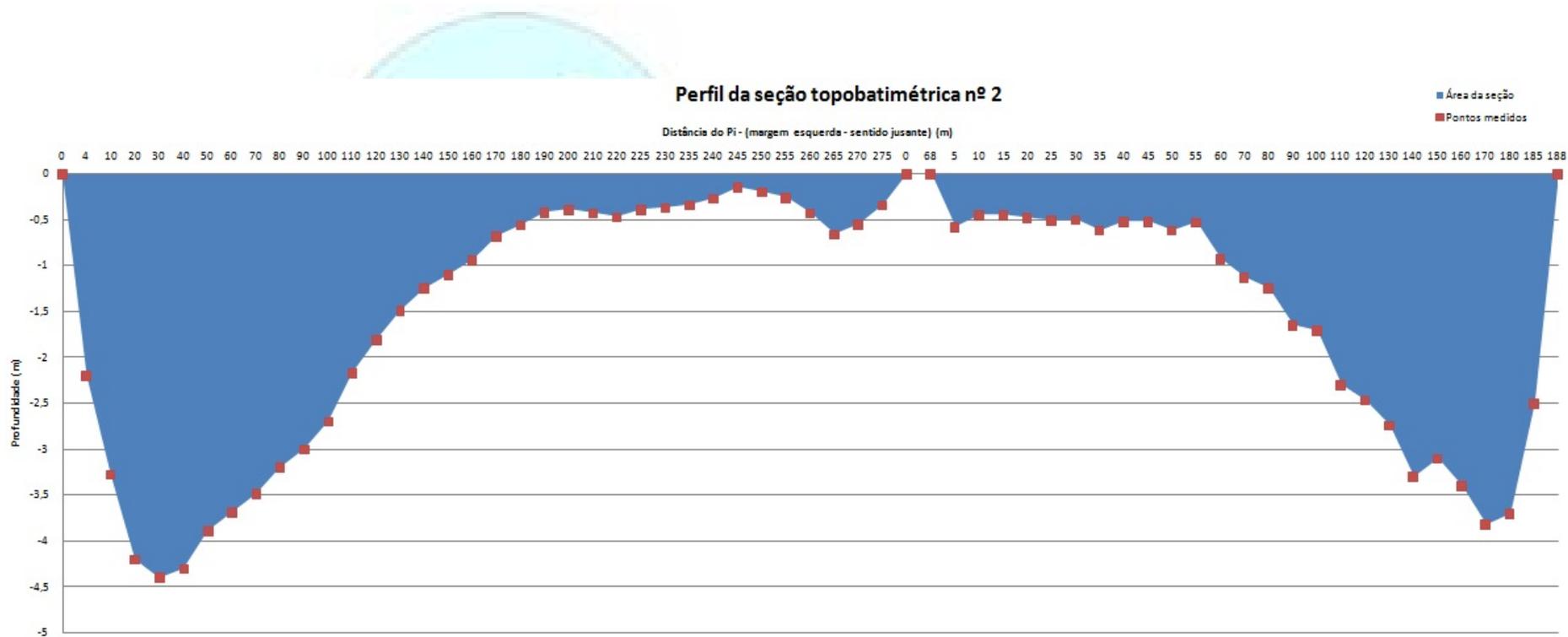
Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
			170	41,40	4,1063	1,0067			
S8	70	3,49	120	39,50	3,0380	0,7482	0,8777	34,90	30,6332
			150	39,20	3,8265	0,9390			
			160	41,50	3,8554	0,9460			
S9	80	3,20	120	41,20	2,9126	0,7179	0,7898	32,00	25,2735
			130	40,30	3,2258	0,7936			
			140	40,10	3,4913	0,8579			
S10	90	3,00	110	38,50	2,8571	0,7044	0,7815	30,00	23,4464
			130	42,20	3,0806	0,7585			
			140	39,00	3,5897	0,8817			
S11	100	2,70	110	42,10	2,6128	0,6453	0,7654	27,00	20,6655
			130	42,00	3,0952	0,7620			
			152	42,00	3,6190	0,8888			
S12	110	2,17	110	40,70	2,7027	0,6671	0,7294	21,70	15,8276
			130	40,40	3,2178	0,7917			
S13	120	1,81	110	41,00	2,6829	0,6623	0,7006	18,10	12,6815
			120	40,00	3,0000	0,7390			
S14	130	1,49	100	41,40	2,4155	0,5975	0,6307	14,90	9,3974
			110	40,90	2,6895	0,6639			
S15	140	1,25	100	40,40	2,4752	0,6120	0,6188	12,50	7,7354
			100	39,50	2,5316	0,6257			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S16	150	1,10	90	39,40	2,2843	0,5658	0,5450	11,00	5,9953
			90	42,60	2,1127	0,5243			
S17	160	0,94	80	38,70	2,0672	0,5133	0,5107	9,40	4,8006
			80	39,10	2,0460	0,5081			
S18	170	0,68	80	40,00	2,0000	0,4970	0,4970	6,80	3,3796
S19	180	0,56	70	39,70	1,7632	0,4397	0,4397	5,60	2,4623
S20	190	0,42	70	37,00	1,8919	0,4708	0,4708	4,20	1,9775
S21	200	0,39	60	39,60	1,5152	0,3797	0,3797	3,90	1,4807
S22	210	0,43	40	39,10	1,0230	0,2606	0,2606	4,30	1,1205
S23	220	0,47	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	3,53	0,0000
S24	225	0,39	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,95	0,0000
S25	230	0,37	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,85	0,0000
S26	235	0,34	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,70	0,0000
S27	240	0,27	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,35	0,0000
S28	245	0,15	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,75	0,0000
S29	250	0,20	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,00	0,0000
S30	255	0,26	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	1,30	0,0000
S31	260	0,43	50	40,30	1,2407	0,3132	0,3132	2,15	0,6735
S32	265	0,66	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	3,30	0,0000
S33	270	0,55	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	2,75	0,0000
S34	275	0,34	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,85	0,0000

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
Areia	0	0,00	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
Areia	68	0,00	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000
S35	5	0,58	30	41,00	0,7317	0,1901	0,1901	1,45	0,2756
S36	10	0,45	60	35,50	1,6901	0,4220	0,4220	2,25	0,9495
S37	15	0,45	70	40,70	1,7199	0,4292	0,4292	2,25	0,9657
S38	20	0,48	70	42,30	1,6548	0,4135	0,4135	2,40	0,9923
S39	25	0,51	80	38,70	2,0672	0,5133	0,5133	2,55	1,3088
S40	30	0,50	90	41,10	2,1898	0,5429	0,5429	2,50	1,3573
S41	35	0,62	90	41,30	2,1792	0,5404	0,5404	3,10	1,6751
S42	40	0,52	90	39,20	2,2959	0,5686	0,5686	2,60	1,4784
S43	45	0,52	110	39,90	2,7569	0,6802	0,6802	2,60	1,7684
S44	50	0,62	110	40,20	2,7363	0,6752	0,6752	3,10	2,0931
S45	55	0,53	110	38,10	2,8871	0,7117	0,7117	2,65	1,8860
S46	60	0,93	100	39,70	2,5189	0,6226	0,6354	6,98	4,4317
			100	38,10	2,6247	0,6482			
S47	70	1,13	120	41,40	2,8986	0,7144	0,7560	11,30	8,5427
			130	40,10	3,2419	0,7975			
S48	80	1,25	140	41,10	3,4063	0,8373	0,8383	12,50	10,4792
			140	41,00	3,4146	0,8393			
S49	90	1,65	110	40,80	2,6961	0,6655	0,7638	16,50	12,6025
			140	39,90	3,5088	0,8621			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S50	100	1,71	130	40,30	3,2258	0,7936	0,8417	17,10	14,3936
			150	41,40	3,6232	0,8898			
S51	110	2,30	110	39,20	2,8061	0,6921	0,8179	23,00	18,8123
			150	39,00	3,8462	0,9438			
S52	120	2,47	130	39,30	3,3079	0,8135	0,8681	24,70	21,4431
			150	39,90	3,7594	0,9228			
S53	130	2,74	130	39,60	3,2828	0,8074	0,8721	27,40	23,8943
			150	39,30	3,8168	0,9367			
S54	140	3,30	110	40,80	2,6961	0,6655	0,8430	33,00	27,8174
			140	39,30	3,5623	0,8751			
			160	39,70	4,0302	0,9883			
S55	150	3,10	130	40,80	3,1863	0,7841	0,9013	31,00	27,9417
			150	39,00	3,8462	0,9438			
			160	40,20	3,9801	0,9762			
S56	160	3,40	130	40,20	3,2338	0,7956	0,9222	34,00	31,3538
			150	39,50	3,7975	0,9320			
			170	40,10	4,2394	1,0389			
S57	170	3,82	140	41,00	3,4146	0,8393	0,9145	38,20	34,9343
			150	41,00	3,6585	0,8984			
			160	39,00	4,1026	1,0058			
S58	180	3,70	110	41,00	2,6829	0,6623	0,7045	27,75	19,5508

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
			120	41,00	2,9268	0,7213			
			120	40,50	2,9630	0,7300			
S59	185	2,50	70	40,10	1,7456	0,4354	0,4603	10,00	4,6032
			80	41,00	1,9512	0,4852			
S60	188	0	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,0000



Anexo IV – Parâmetros da Seção 3

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S0 (Si)	0	0,00	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
S1	10	1,89	50	44,00	1,1364	0,2880	0,3097	18,90	5,85
			50	38,00	1,3158	0,3314			
S2	20	3,10	50	40,00	1,2500	0,3155	0,3871	31,00	12,00
			70	38,00	1,8421	0,4588			
S3	30	3,80	100	40,00	2,5000	0,6180	0,7708	38,00	29,29
			110	34,00	3,2353	0,7959			
			150	41,00	3,6585	0,8984			
S4	40	3,80	120	33,00	3,6364	0,8930	0,9561	38,00	36,33
			140	36,00	3,8889	0,9541			
			150	36,00	4,1667	1,0213			
S5	50	4,00	130	37,00	3,5135	0,8633	0,9285	40,00	37,14
			140	36,00	3,8889	0,9541			
			150	38,00	3,9474	0,9683			
S6	60	4,00	120	40,00	3,0000	0,7390	0,8837	40,00	35,35
			150	39,00	3,8462	0,9438			
			150	38,00	3,9474	0,9683			
S7	70	3,40	150	43,00	3,4884	0,8572	0,8964	34,00	30,48
			150	44,00	3,4091	0,8380			
			150	37,00	4,0541	0,9941			
S8	80	3,30	150	46,00	3,2609	0,8021	0,9056	33,00	29,88
			150	40,00	3,7500	0,9205			
			150	37,00	4,0541	0,9941			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S9	90	3,00	140	37,28	3,7554	0,9218	0,9202	30,00	27,61
			140	40,10	3,4913	0,8579			
			140	35,00	4,0000	0,9810			
S10	100	2,70	100	38,00	2,6316	0,6498	0,7824	27,00	21,13
			140	40,05	3,4956	0,8589			
			140	41,04	3,4113	0,8385			
S11	110	2,38	100	37,06	2,6983	0,6660	0,7420	23,80	17,66
			120	36,07	3,3269	0,8181			
S12	120	1,70	110	39,50	2,7848	0,6869	0,6762	17,00	11,50
			110	40,80	2,6961	0,6655			
S13	130	1,38	90	42,00	2,1429	0,5316	0,5658	13,80	7,81
			90	37,10	2,4259	0,6001			
S14	140	1,08	80	40,70	1,9656	0,4887	0,5083	10,80	5,49
			90	42,30	2,1277	0,5279			
S15	150	0,84	70	37,30	1,8767	0,4672	0,4653	8,40	3,91
			70	37,60	1,8617	0,4635			
S16	160	0,64	70	39,80	1,7588	0,4386	0,4386	6,40	2,81
S17	170	0,54	70	43,00	1,6279	0,4070	0,4070	5,40	2,20
S18	180	0,50	60	37,20	1,6129	0,4033	0,4033	5,00	2,02
S19	190	0,46	70	38,50	1,8182	0,4530	0,4530	4,60	2,08
S20	200	0,48	70	39,00	1,7949	0,4474	0,4474	4,80	2,15
S21	210	0,69	50	44,00	1,1364	0,2880	0,2880	6,90	1,99
S22	220	0,90	60	38,90	1,5424	0,3863	0,3513	9,00	3,16
			50	39,90	1,2531	0,3163			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S23	230	1,10	40	37,40	1,0695	0,2718	0,2799	11,00	3,08
			50	44,00	1,1364	0,2880			
S24	240	1,48	40	39,00	1,0256	0,2612	0,3333	14,80	4,93
			60	37,00	1,6216	0,4054			
S25	250	1,48	50	35,80	1,3966	0,3510	0,3649	14,80	5,40
			60	39,70	1,5113	0,3787			
S26	260	1,80	70	40,50	1,7284	0,4313	0,4886	18,00	8,79
			80	38,00	2,1053	0,5225			
			80	38,80	2,0619	0,5120			
S27	270	2,60	100	41,00	2,4390	0,6032	0,5824	26,00	15,14
			90	40,20	2,2388	0,5548			
			100	42,00	2,3810	0,5892			
S28	280	3,05	80	37,00	2,1622	0,5362	0,6107	30,50	18,63
			100	39,00	2,5641	0,6335			
			110	41,00	2,6829	0,6623			
S29	290	3,05	100	39,90	2,5063	0,6195	0,6354	30,50	19,38
			100	38,00	2,6316	0,6498			
			100	38,80	2,5773	0,6367			
S30	300	3,00	90	40,90	2,2005	0,5455	0,6349	30,00	19,05
			100	38,60	2,5907	0,6399			
			110	37,70	2,9178	0,7191			
S31	310	3,28	100	41,70	2,3981	0,5933	0,7316	32,80	24,00
			120	38,30	3,1332	0,7712			
			130	38,50	3,3766	0,8301			

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
S32	320	3,30	100	42,90	2,3310	0,5771	0,7737	33,00	25,53
			140	40,80	3,4314	0,8434			
			150	40,90	3,6675	0,9005			
S33	330	3,08	120	40,20	2,9851	0,7354	0,8967	30,80	27,62
			150	40,60	3,6946	0,9071			
			180	42,10	4,2755	1,0477			
S34	340	2,60	150	39,50	3,7975	0,9320	0,9697	26,00	25,21
			150	38,30	3,9164	0,9608			
			170	41,00	4,1463	1,0164			
S35	350	3,00	110	38,20	2,8796	0,7099	0,8800	30,00	26,40
			150	40,30	3,7221	0,9137			
			170	41,00	4,1463	1,0164			
S36	360	3,00	70	40,10	1,7456	0,4354	0,8932	30,00	26,79
			150	39,10	3,8363	0,9414			
			170	31,90	5,3292	1,3027			
S37	370	3,00	110	36,90	2,9810	0,7344	0,8741	30,00	26,22
			140	37,40	3,7433	0,9189			
			160	40,50	3,9506	0,9690			
S38	380	2,69	100	39,60	2,5253	0,6241	0,7569	26,90	20,36
			120	39,50	3,0380	0,7482			
			150	41,00	3,6585	0,8984			
S39	390	2,35	100	36,90	2,7100	0,6688	0,7029	23,50	16,52
			110	38,70	2,8424	0,7009			
			120	40,00	3,0000	0,7390			
S40	400	2,00	110	40,00	2,7500	0,6785	0,6900	20,00	13,80

Seção	Distância do Pi (m)	Profund. Vertical (m)	Número de voltas	Tempo (s)	RPS	Velocidade (m/s)	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
			110	37,50	2,9333	0,7229			
			110	40,60	2,7094	0,6687			
S41	410	1,70	80	36,20	2,2099	0,5478	0,5699	17,00	9,69
			100	41,80	2,3923	0,5919			
S42	420	1,50	80	41,90	1,9093	0,4751	0,4891	15,00	7,34
			80	39,50	2,0253	0,5031			
S43 (Sf)	430	1,70	40	38,90	1,0283	0,2618	0,2784	12,75	3,55
			50	42,90	1,1655	0,2951			
S44 (descartada)	435	0,00	0	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00

Perfil da seção topobatimétrica nº 3

