

CASTRO ENERGIA LTDA

**1ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO
HIDROSEDIMENTOLÓGICO**

PCH CASTRO

RIO IAPÓ

CASTRO – PR

**Janeiro
2017**

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO.....	3
1.1 OBJETO.....	3
1.2 EMPREENDIMENTO.....	3
1.3 EMPREENDEDORA	3
1.4 INTERESSADA	3
1.5 EQUIPE TÉCNICA.....	3
2. APRESENTAÇÃO	4
3. OBJETIVOS	4
3.1 GERAL	4
3.2 ESPECÍFICOS.....	4
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	4
4.1 METODOLOGIA PARA A DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA	5
4.2 ANÁLISE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO.....	9
4.3. CÁLCULO DE DESCARGA SÓLIDA.....	11
5. RESULTADOS	12
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA.....	28
8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	33
ANEXOS	34
ANEXO 1 – ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO IAPÓ A MONTANTE DA PCH CASTRO, CASTRO/PR, EM 31/01/2017.	35
ANEXO 2 – ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO IAPÓ A JUSANTE DA PCH CASTRO, CASTRO/PR, EM 31/01/2017.	36

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1 Objeto

Recursos hídricos

1.2 Empreendimento

Denominação: Pequena Central Hidrelétrica Castro

Localização: rio Iapó

Município de Castro /PR

Coordenadas geográficas: 24° 43' 43,09" S; 50° 07' 14,43" W.

1.3 Empreendedora

Castro Energia LTDA.

CNPJ: 08.017.729/0001-82

Endereço: Rodovia PR 340, SN, Km 14, Aparição

CEP: 84165-720 Castro/PR

1.4 Interessada

Agência Nacional de Águas – ANA.

Endereço ANA: Setor Policial, área 5, Quadra 3, Blocos "B", "L", "M" e "T".

Brasília-DF CEP: 70610-200.

1.5 Equipe técnica

Nome	Formação	Função
Fabiano Sochodolak	Engenheiro Agrônomo	Gerente de Operações
Cesar Augusto Crovador Siefert	Geógrafo, Dr.	Equipe Técnica
Fernando Helmuth Syring Marangon	Geógrafo, MSc.	Equipe Técnica
Jean Evandro de Camargo	Hidrometrista técnico	Hidrometrista
Erasmio Camargo	Hidrometrista técnico	Hidrometrista

2. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta os resultados obtidos da realização da 1ª campanha de monitoramento hidrossedimentológico na região de entorno da PCH Castro, localizada no município de Castro, estado do Paraná, realizada em janeiro de 2017.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Monitorar as vazões líquida e sólida do rio Iapó na área de interferência da PCH Castro visando determinar o seu comportamento hidrossedimentológico e os possíveis efeitos dos processos construtivos e de operação do empreendimento.

3.2 Específicos

Os objetivos específicos do presente programa são:

- efetuar leituras de níveis de água, como parte do monitoramento que está sendo executado;
- determinar as vazões líquidas e sólidas do posto fluvio-sedimentométrico da sub-bacia, necessários para o estudo hidrológico e avaliação da produção e transporte de sedimentos no local das medições e coletas.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Uma estação hidrossedimentométrica é uma seção convenientemente instalada ao longo de um rio e operada para a obtenção sistemática das vazões sólidas e líquidas no decorrer do tempo. A estação deve, por um lado, permitir o estabelecimento de uma lei bem definida, relacionando os níveis de água e as vazões e, por outro, propiciar condições favoráveis às medições das descargas. Para tanto, escolheu-se um trecho retilíneo do rio que atendesse os objetivos dessa estação, com margens bem definidas, seção transversal uniforme, taludes acentuados e livres de peculiaridades que possam perturbar o escoamento.

Os sedimentos transportados pelos cursos d'água afetam diretamente as obras hidráulicas principalmente nas barragens, seção de captação, irrigação, controle de cheias e também a navegação.

O estudo sedimentológico de materiais insolúveis e dispersos na água é de vital importância na concepção de um projeto hidrelétrico.

Foram executados os seguintes serviços, necessários para o estudo hidrométrico e hidrossedimentométrico:

Estação: PCH Castro – Montante 2, Montante 1 e Jusante, em campanha realizada no dia 31/01/2017.

- Medição de Vazão Líquida;
- Medição de Descarga Sólida (somente estações Montante 1 e Jusante);
- Amostragem de Sedimento em Suspensão(somente estações Montante 1 e Jusante);
- Análise de Concentração de Sedimento em Suspensão(somente estações Montante 1 e Jusante);
- Batimetria da Seção Transversal.

A seguir são apresentados os métodos utilizados para o cálculo da descarga líquida e sólida.

4.1 Metodologia para a descarga líquida e sólida

No dia 31/01/2017 foi realizada a campanha de monitoramento hidrossedimentométrico nas estações denominadas PCH Castro – Montante 2 e Montante 1, a montante do empreendimento. Também PCH Castro – Jusante, a jusante do empreendimento PCH Castro. Os locais para as medições de descarga líquida e sólida estão localizados no rio Iapó (Figura 1).



Figura 1- Localização das estações Montante 2 ($24^{\circ}46'54,6''S$, $50^{\circ}01'30,45''O$), Montante 1 ($24^{\circ}45'00,77''S$, $50^{\circ}05'20,07''O$) e Jusante ($24^{\circ}43'40,57''S$; $50^{\circ}07'16,06''O$) da PCH Castro.

Foram instaladas seções de régua de alumínio nas estações hidrométricas PCH Castro – Montante 2, Montante 1 e Jusante, além de marcos de concreto nas seções de medição. As seções de réguas estão referenciadas às RNs que são constituídas por um ponto de controle

para o nivelamento das réguas na seção, cuja altitude foi determinada em relação a um datum de referência e materializada no terreno.

As características da seção de réguas e respectivas referências de nível são apresentadas nos Quadros 1 ao 3.

Quadro 1 – Seção de réguas e referência de nível – PCH Castro–Montante 2.

Seção de réguas e Referência de Nível (RN) PCH Castro–Montante 2	
Localização: Montante da PCH Castro – rio Iapó, Castro - PR.	
ESTADO: bom	ESTABILIDADE: boa
Lances: L1= 0 – 200 cm.	Referências de nível: RN1= 3.076 mm RN2= 4.010 mm
OBS.: Seção de réguas instalada na margem esquerda do rio Iapó. O zero do primeiro lance de régua (L1) encontra-se a 3.076 mm abaixo da cota do marco RN1 e 4.010 mm abaixo do marco RN2.	

Quadro 2 – Seção de réguas e referência de nível – PCH Castro – Montante 1.

Seção de réguas e Referência de Nível (RN) PCH Castro – Montante 1	
Localização: Jusante da PCH Castro – rio Iapó, Castro - PR.	
ESTADO: bom	ESTABILIDADE: boa
Lances: L1= 0 – 200 cm, L2= 200 – 300 cm.	Referências de nível: RN1= 3.000 mm RN2= 3.016 mm
OBS.: Seção de réguas instalada na margem esquerda do rio Iapó. O zero do primeiro lance de régua (L1) encontra-se a 3.000mm abaixo da cota do marco RN1 e a 3.016 mm abaixo do marco RN2.	

Quadro 3 – Seção de réguas e referência de nível – PCH Castro – Jusante.

Seção de réguas e Referência de Nível (RN)	
PCH Castro – Jusante	
Localização: Jusante da PCH Castro – rio Iapó, Castro - PR.	
ESTADO: bom	ESTABILIDADE: boa
Lances: L1= 0 – 200 cm, L2= 200 – 300 cm.	Referências de nível: RN1= 3.042 mm RN2= 3.088 mm
OBS.: Seção de réguas instalada na margem esquerda do rio Iapó. O zero do primeiro lance de régua (L1) encontra-se a 3.042mm abaixo da cota do marco RN1 e a 3.088 mm abaixo do marco RN2.	

A medição de descarga líquida foi executada pelo método convencional, conforme as normas e recomendações hidrológicas (DNAEE, 1967) e manual para serviços de hidrometria (DNAEE, 1967).

O método convencional de medição de descarga líquida, conhecido como área-velocidade, consiste na utilização de um molinete hidrométrico para a determinação da velocidade e na representação da seção transversal, segundo um número adequado de verticais. O número de verticais de medição de velocidades e profundidades é variável e depende basicamente da largura do rio na seção de medição. A Tabela 1 apresenta o número e profundidade recomendada em cada seção vertical de acordo com a profundidade do canal, utilizada como base para o monitoramento hidrométrico na seção considerada.

Tabela 1 - Número e profundidade recomendada em cada seção vertical de acordo com a profundidade do canal (onde: S (superfície do canal), p (profundidade do canal) e F (fundo)).

Profundidade (m)	Número de Pontos	Profundidade (%)
0,15 a 0,60	1	0,6p
0,61 a 1,20	2	0,2p e 0,8p
1,21 a 2,00	3	0,2p; 0,6p e 0,8p
2,01 a 4,00	4	0,2p; 0,4p; 0,6p; 0,8p
> 4,01	6	S; 0,20; 0,4p; 0,6p; 0,8p e F

Fonte: Santos et al., 2001.

O método utilizado para a medição de vazão no canal é o método da meia-seção. Esse método consiste em calcular vazões parciais de várias subseções. Isso é feito através da multiplicação da velocidade média da vertical pela área do segmento retangular, definido pelo produto da profundidade média pela soma das semi-distâncias às verticais adjacentes (Santos et al., 2001). A Figura 2 apresenta o esquema ilustrativo do método utilizado.

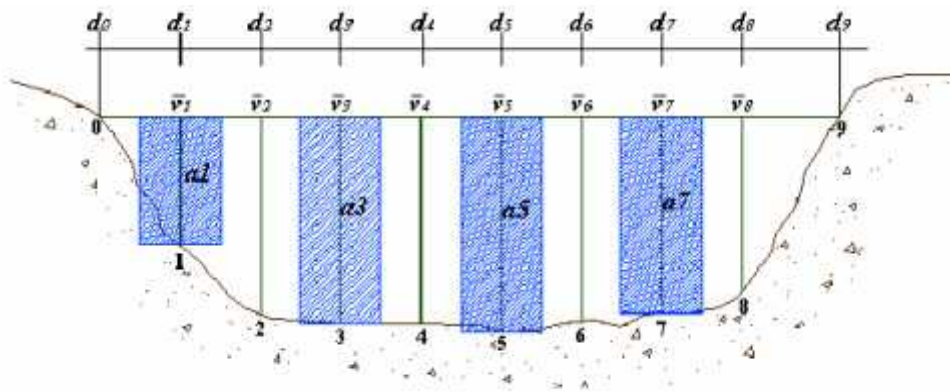


Figura 2 – Esquema ilustrativo do método da meia-seção. (Grison, 2008).

Neste método, primeiro calcula-se a largura do segmento (equação 1):

$$L_i = \frac{(d_{i+1} - d_{i-1})}{2} \quad (1)$$

onde L_i é a largura dos segmentos (m) e d_{i+1} e d_{i-1} são as semi-distâncias as verticais (m).

A área de cada segmento pode ser calculada conforme a equação (2):

$$a = L_i h_m \quad (2)$$

onde a é a área dos segmentos (m^2); e h_m é a profundidade média dos segmentos (m).

Com isso, a vazão parcial fica:

$$q_i = \bar{v}_i a_i \quad (3)$$

Onde q é a vazão parcial ($m^3.s^{-1}$); e v_i é a velocidade média na vertical ($m.s^{-1}$)

Finalmente, obtém-se a vazão total:

$$Qt = \sum q_i \quad (4)$$

Onde Qt é a vazão total da seção ($m^3.s^{-1}$).

4.2 Análise de sedimentos em suspensão

A medição do transporte de sedimentos objetiva determinar a descarga sólida, ou seja, a quantidade de sedimentos que passa em uma seção transversal por unidade de tempo. A medida direta do transporte de sedimentos em cursos fluviais pode ser feita de várias formas, sendo mais comum o emprego de técnicas de amostragem que permitem, a partir de sua análise, o cálculo do volume transportado (Santos et al., 2001). Desta maneira, a amostragem de sedimentos é realizada com o objetivo de se obter amostras representativas na seção transversal do curso de água, com amostradores padronizados e utilizando técnicas adequadas.

A amostragem do material em suspensão foi realizada concomitantemente com as medições de descarga líquida, sendo realizada por integração. Segundo Carvalho(1994), trata-se de um método aceitável para amostrar sedimentos em suspensão e que garante uma melhor precisão. Essa amostragem é feita utilizando um amostrador de sedimentos em suspensão, o qual é construído de modo que o líquido entre pelo bocal, ou bico, sem perturbar o fluxo normal, e na mesma velocidade da corrente, devendo estar posicionado adequadamente para que o bico possa alcançar posições mais próximas o possível do leito do rio.

O método utilizado para amostragem é o de igual incremento de largura, onde a seção transversal é dividida em uma série de segmentos de igual largura para a obtenção de uma série de sub-amostras. A largura do bico do amostrador varia conforme a velocidade de propagação do canal: em baixas velocidades, usa-se o bico de 1/4"; em velocidades moderadas, o bico de 3/16" e em maiores velocidades, o de 1/8".

Sendo a velocidade de trânsito idêntica em cada vertical, essas sub-amostras são compostas por volumes diferentes. Desta maneira, este procedimento fornece uma amostra em cada vertical com volume proporcional a vazão na zona amostrada. As sub-amostras são posteriormente misturadas, com o objetivo de representar a média da seção transversal. A Figura 3 apresenta o esquema ilustrativo da amostragem pelo método de igual incremento de largura.

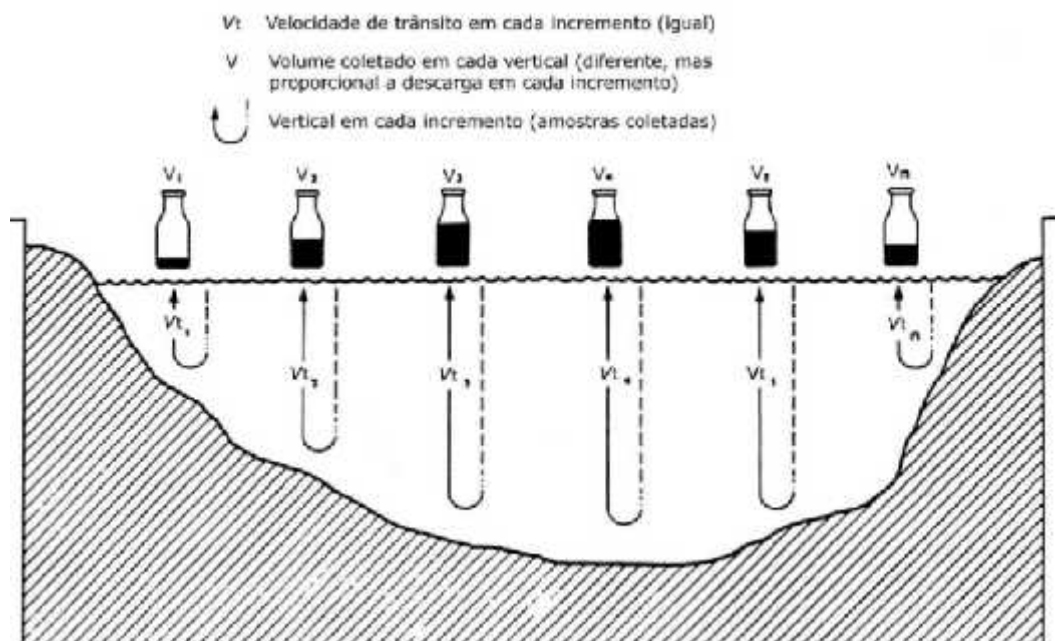


Figura 3 – Esquema ilustrativo de amostragem pelo método de igual incremento de largura. (Edwards & Glysson, 1988).

A coleta de água para determinação dos sedimentos em suspensão foi executada com amostrador de sedimento em suspensão modelo USDH-48 conforme as normas e recomendações hidrológicas (DNAEE, 1967) e manual para serviços de hidrometria (DNAEE, 1967).

As amostras foram posteriormente encaminhadas para laboratório credenciado para análise da concentração de sólidos em suspensão pelo método gravimétrico (executada conforme procedimentos descritos no APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 2005), obtendo a concentração de sólidos em suspensão total (mg/L), sólidos totais dissolvidos (mg/L) e sólidos totais a 103°C (mg/L).

Além da amostragem de sedimentos em suspensão, também foi realizada a amostragem de sedimentos de leito das seções amostrais. As amostras são enviadas para laboratório credenciado, sendo determinada a granulometria, onde diversos procedimentos podem ser utilizados de acordo com a disponibilidade de equipamentos e a granulometria do material amostrado: peneiramento, tubo de acumulação visual, tubo de retirada pela base, pipetagem ou densímetro.

4.3. Cálculo de Descarga Sólida

A descarga sólida total é considerada como sendo composta de duas parcelas distintas:

$$Q_{st} = Q_{ss} + Q_{sl} \quad (5)$$

onde Q_{st} é a descarga sólida total (t/dia); Q_{ss} é a descarga sólida em suspensão (t/dia) e Q_{sl} é a descarga sólida do leito (t/dia).

A descarga sólida em suspensão medida é, por definição, o produto da concentração de sedimentos em suspensão pela vazão líquida medida no momento da amostragem (Vanoni, 1977). Resulta da multiplicação da descarga líquida pela concentração de sedimentos e por uma constante de transformação de unidades:

$$Q_{ss} = 0,0864 \times Q_l \times C_s \quad (6)$$

onde Q_l é vazão líquida (m^3/s) e C_s é a concentração de sedimentos em suspensão (ppm ou mg/l).

A quantificação da descarga sólida de leito foi determinada de forma indireta com a utilização de equação semi-empírica de Colby (1957), também conhecido como método simplificado de determinação da descarga sólida total e é calculado de acordo com a equação:

$$Q_{st} = q_{sl} \times L \times K + 0,0864 \times C_s \times Q_l \quad (7)$$

onde Q_{st} é a descarga sólida total (t/dia), q_{sl} é a descarga sólida do leito por unidade de largura (t/dia.m), V é a velocidade média do fluxo na seção (m/s), L é a largura da seção (m), K é o fator de correção (obtido a partir da equação: $1,18 \cdot C_s/C_r$), C_s é a concentração de sedimentos em suspensão (ppm ou mg/l), C_r é a concentração relativa, obtida em função da velocidade e profundidade da seção; e Q_l é a vazão líquida (m^3/s).

5. RESULTADOS

Os valores obtidos através da mensuração das variáveis hidrológicas que caracterizam as seções transversais utilizadas para o monitoramento do rio Iapó trecho considerado são apresentados nos Quadros 4a08 e nas Figuras 4a9.

Os Quadros 13 e 14 apresentam a composição granulométrica dos sedimentos de arrasto ou leito nas seções transversais analisadas.

Quadro 4 – Medição de descarga líquida no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017.

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA															
MUN./UF: Castro / PR		CÓDIGO:		SEÇÃO: Montante 2		RIO: Iapó		ESTAÇÃO:		PCH Castro					
Data	Cota Méd. (cm)	Vazão (m³/s)		Área (m²)		Largura (m)		Prof. Méd. (m)		Vel. Média (m/s)					
31/01/2017	87	19,82		68,33		36,00 m		1,90		0,290					
Molinete:	Equação: N < 22,99			Equação: N > 22,99			Rot. / Toque:		Aferido em:						
16 433	V = 0,01463046 + 0,27596874 x N			V = 0 + 0 x N			1		04/05/2016						
Distância da margem (m)				Período (h)		Cota Régua (cm)		Tipo de Medição							
PI - NA	NA - PF			Início	Fim	Início	Fim	() Vau		(X) Barco		() Ponte			
0	0			9:00	10:00	87	87								
N.º Verticais	Espaça-mento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição		Tempo	Equipe:		Jean e Alexandre					
								Coord.	Seção Régua:		Seção de Medição:				
								Fuso / Z	E:	599338		E:	599338		
12	3,0 m		ME	MD	1		60	22J		N:	7258766		E:	599338	
			X												
Vert.	Largura (m)		Prof. (m)	N.º Pts	Dist.	Pos. Mol. (m)	Pulsos	N (rps)	Vel. (m/s)	Vel. M. (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)			
1	2,25	1,50	0,60	1	60%	0,36	0	0,000	0,000	0,000	1,350	0,000			
2	3,00	4,50	1,45	3	80%	1,16	8	0,133	0,051	0,079	4,350	0,344			
					60%	0,87	20	0,333	0,107						
					20%	0,29	8	0,133	0,051						
3	3,00	7,50	1,80	3	80%	1,44	12	0,200	0,070	0,079	5,400	0,427			
					60%	1,08	16	0,267	0,088						
					20%	0,36	12	0,200	0,070						
4	3,00	10,50	2,30	4	80%	1,84	54	0,900	0,263	0,220	6,900	1,519			
					60%	1,38	52	0,867	0,254						
					40%	0,92	41	0,683	0,203						
					20%	0,46	28	0,467	0,143						
5	3,00	13,50	2,40	4	80%	1,92	74	1,233	0,355	0,332	7,200	2,390			
					60%	1,44	71	1,183	0,341						
					40%	0,96	67	1,117	0,323						
					20%	0,48	64	1,067	0,309						
6	3,00	16,50	2,60	4	80%	2,08	84	1,400	0,401	0,353	7,800	2,757			
					60%	1,56	68	1,133	0,327						
					40%	1,04	74	1,233	0,355						
					20%	0,52	74	1,233	0,355						
7	3,00	19,50	2,40	4	80%	1,92	134	2,233	0,631	0,475	7,200	3,417			
					60%	1,44	100	1,667	0,475						
					40%	0,96	92	1,533	0,438						
					20%	0,48	82	1,367	0,392						
8	3,00	22,50	2,30	4	80%	1,84	114	1,900	0,539	0,477	6,900	3,290			
					60%	1,38	108	1,800	0,511						
					40%	0,92	92	1,533	0,438						
					20%	0,46	89	1,483	0,424						
9	3,00	25,50	2,20	4	80%	1,76	110	1,833	0,521	0,452	6,600	2,980			
					60%	1,32	102	1,700	0,484						
					40%	0,88	89	1,483	0,424						
					20%	0,44	78	1,300	0,373						
10	3,00	28,50	2,10	4	80%	1,68	74	1,233	0,355	0,341	6,300	2,150			
					60%	1,26	77	1,283	0,369						
					40%	0,84	72	1,200	0,346						
					20%	0,42	54	0,900	0,263						

Quadro 4 – Medição de descarga líquida no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017 (Continuação).

Continuação de:

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA													
MUN./UF:		Castro / PR		CÓDIGO:		SEÇÃO: Montante 2		RIO: Iapó		ESTAÇÃO: PCH Castro			
Data	Cota Méd. (cm)		Vazão (m³/s)		Área (m²)		Largura (m)		Prof. Méd. (m)		Vel. Média (m/s)		
31/01/2017	87		19,82		68,33		36,00 m		1,90		0,290		
Molinete:		Equação: N < 22,99				Equação: N > 22,99				Rot. / Toque:		Aferido em:	
16 433		V = 0,01463046 + 0,27596874 x N				V = 0 + 0 x N				1		04/05/2016	
Distância da margem (m)				Período (h)		Cota Régua (cm)		Tipo de Medição					
PI - NA	NA - PF			Início	Fim	Início	Fim	() Vau		(X) Barco		() Ponte	
0	0			9:00	10:00	87	87						
N.º Verticais	Espaça-mento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição		Tempo	Equipe: Jean e Alexandre					
								Coord.	Seção Régua:		Seção de Medição:		
								Fuso / Z	E:	599338	E:	599338	
12	3,0 m		ME	MD	1		60	22J	N:	7258766	N:	7258766	
			X										
Vert.	Largura (m)		Prof. (m)	N.º Pts	Dist.	Pos. Mol. (m)	Pulsos	N (rps)	Vel. (m/s)	Vel. M. (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)	
11	3,00	31,50	1,80	3	80%	1,44	14	0,233	0,079	0,058	5,400	0,315	
					60%	1,08	8	0,133	0,051				
					20%	0,36	8	0,133	0,051				
12	2,25	34,50	1,30	3	80%	1,04	26	0,433	0,134	0,080	2,925	0,235	
					60%	0,78	13	0,217	0,074				
					20%	0,26	5	0,083	0,038				

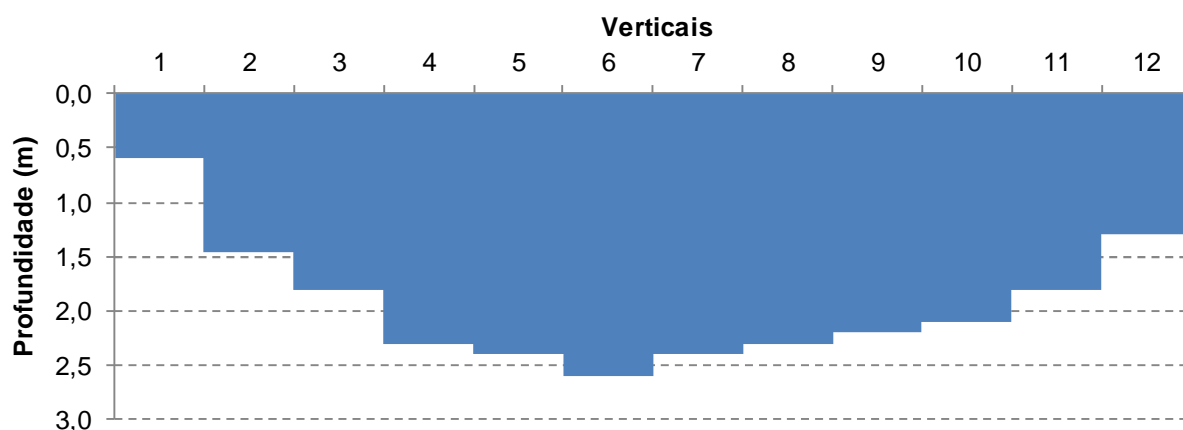


Figura 4 – Verticais realizadas no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017.

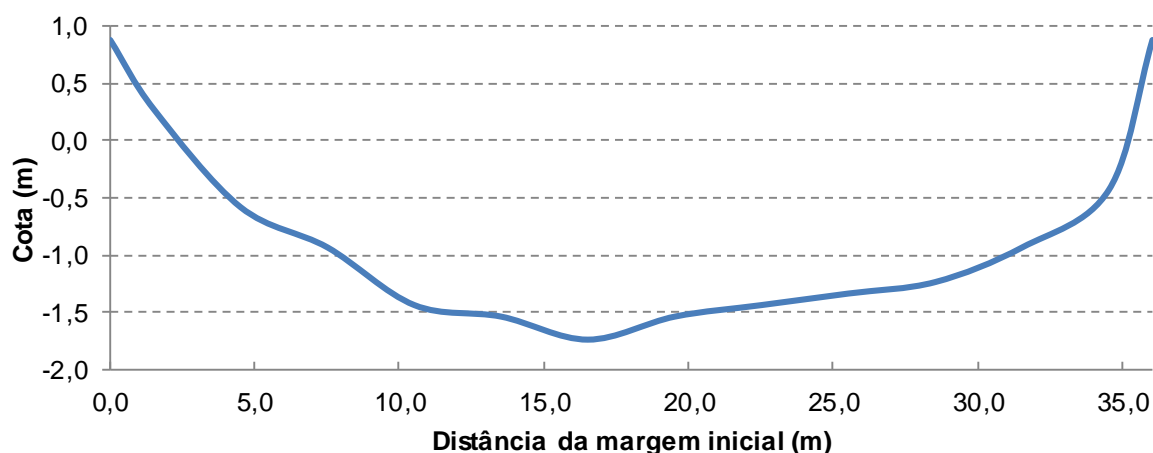


Figura 5- Seção transversal do rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017.

Quadro 5 – Medição de descarga líquida no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA													
MUN./UF:	Castro / PR		CÓDIGO:		SEÇÃO: Montante 1		RIO: Iapó		ESTAÇÃO:		PCH Castro		
Data	Cota Méd. (cm)		Vazão (m³/s)		Área (m²)		Largura (m)		Prof. Méd. (m)		Vel. Média (m/s)		
31/01/2017	78		29,65		74,32		44,00 m		1,69		0,399		
Molinete:	Equação: N < 22,99				Equação: N > 22,99				Rot. / Toque:		Aferido em:		
16 433	V = 0,01463046 + 0,27596874 x N				V = 0 + 0 x N				1		04/05/2016		
Distância da margem (m)			Período (h)		Cota Régua (cm)		Tipo de Medição						
PI - NA	NA - PF		Início	Fim	Início	Fim	() Vau		(X) Barco		() Ponte		
0	0		14:00	15:00	78	78							
N.º Verticais	Espaçamento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição		Tempo	Equipe: Jean e Alexandre					
			ME	MD	1	60		Coord.		Seção Réguas:		Seção de Medição:	
								Fuso / Z	E:	592191		E:	592191
15	3,0 m		X				22J	N:	7262323		N:	7262323	
Vert.	Largura (m)		Prof. (m)	N.º Pts	Dist.	Pos. Mol. (m)	Pulsos	N (rps)	Vel. (m/s)	Vel. M. (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)	
1	2,00	1,00	1,50	3	80%	1,20	32	0,533	0,162	0,132	3,000	0,396	
					60%	0,90	24	0,400	0,125				
					20%	0,30	22	0,367	0,116				
2	3,00	4,00	1,60	3	80%	1,28	48	0,800	0,235	0,224	4,800	1,075	
					60%	0,96	44	0,733	0,217				
					20%	0,32	46	0,767	0,226				
3	3,00	7,00	1,70	3	80%	1,36	74	1,233	0,355	0,371	5,100	1,893	
					60%	1,02	82	1,367	0,392				
					20%	0,34	72	1,200	0,346				
4	3,00	10,00	1,80	3	80%	1,44	80	1,333	0,383	0,358	5,400	1,936	
					60%	1,08	74	1,233	0,355				
					20%	0,36	71	1,183	0,341				
5	3,00	13,00	1,90	3	80%	1,52	74	1,233	0,355	0,339	5,700	1,932	
					60%	1,14	78	1,300	0,373				
					20%	0,38	52	0,867	0,254				
6	3,00	16,00	1,80	3	80%	1,44	72	1,200	0,346	0,341	5,400	1,842	
					60%	1,08	68	1,133	0,327				
					20%	0,36	76	1,267	0,364				
7	3,00	19,00	1,90	3	80%	1,52	80	1,333	0,383	0,358	5,700	2,043	
					60%	1,14	76	1,267	0,364				
					20%	0,38	67	1,117	0,323				
8	3,00	22,00	1,90	3	80%	1,52	104	1,733	0,493	0,456	5,700	2,600	
					60%	1,14	96	1,600	0,456				
					20%	0,38	88	1,467	0,419				
9	3,00	25,00	1,85	3	80%	1,48	114	1,900	0,539	0,441	5,550	2,449	
					60%	1,11	88	1,467	0,419				
					20%	0,37	81	1,350	0,387				
10	3,50	28,00	1,70	3	80%	1,36	104	1,733	0,493	0,511	5,950	3,043	
					60%	1,02	110	1,833	0,521				
					20%	0,34	108	1,800	0,511				
11	3,00	32,00	1,80	3	80%	1,44	118	1,967	0,557	0,504	5,400	2,724	
					60%	1,08	108	1,800	0,511				
					20%	0,36	92	1,533	0,438				
12	2,50	34,00	1,68	3	80%	1,34	110	1,833	0,521	0,514	4,200	2,157	
					60%	1,01	112	1,867	0,530				
					20%	0,34	100	1,667	0,475				
13	3,00	37,00	1,74	3	80%	1,39	100	1,667	0,475	0,486	5,220	2,537	
					60%	1,04	104	1,733	0,493				
					20%	0,35	102	1,700	0,484				
14	3,00	40,00	1,60	3	80%	1,28	92	1,533	0,438	0,415	4,800	1,991	
					60%	0,96	80	1,333	0,383				
					20%	0,32	96	1,600	0,456				
15	2,00	43,00	1,20	2	80%	0,96	88	1,467	0,419	0,429	2,400	1,029	
					20%	0,24	92	1,533	0,438				

Quadro 6 – Medição de descarga sólida no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

Medição da descarga sólida		
Local:	PCH Castro	
Seção:	Montante I	
Data:	31/01/2017	
N.A:	78	(nível d'água - cm)
Q liq:	29,65	(vazão líquida - $m^3.s^{-1}$)
Vm:	0,40	(velocidade média - $m.s^{-1}$)
Pm:	1,69	(profundidade média - m)
Cr:	98,90	(Concentração relativa - $mg.l^{-1}$)
Cs:	40,00	(concentração sólidos suspensão - $mg.l^{-1}$)
Qst:	161,17	(descarga sólida total - $t.d^{-1}$)
Qsl:	58,71	(descarga sólida de leito - $t.d^{-1}$)
Qss:	102,46	(descarga sólida em suspensão - $t.d^{-1}$)
Temp. água	-	(temperatura da água - $^{\circ}C$)
Temp. ar	-	(temperatura do ar - $^{\circ}C$)

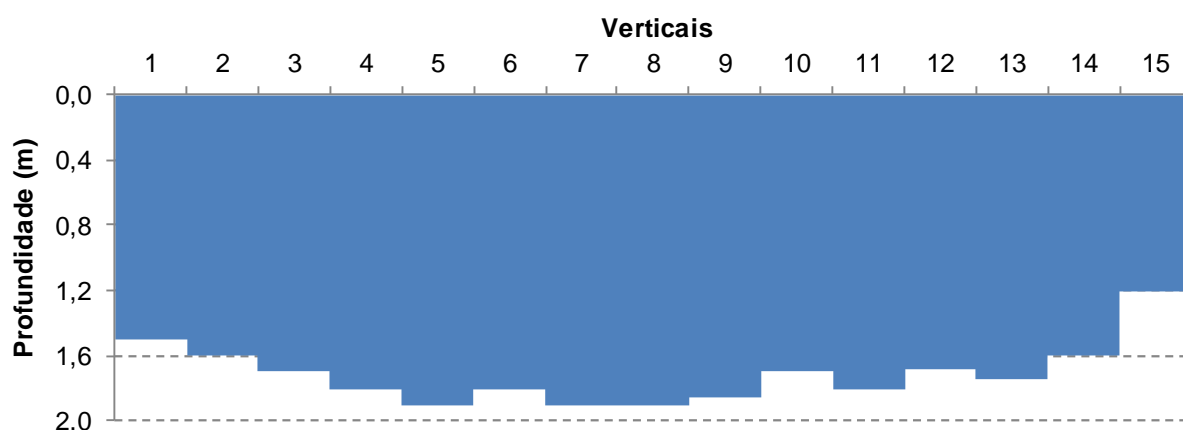


Figura 6 – Verticais realizadas no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

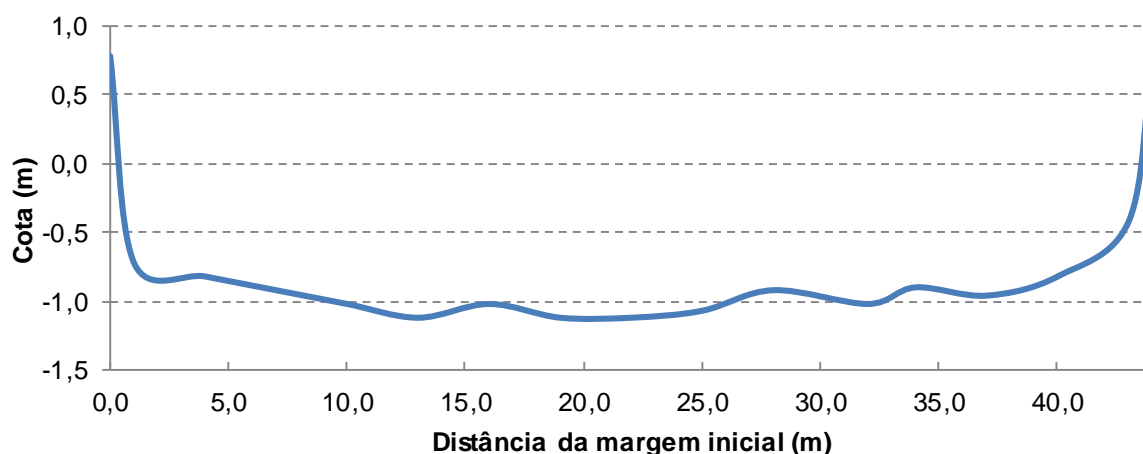


Figura 7 - Seção transversal do rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

Quadro 7 – Medição de descarga líquida no rio Iapó, seção PCH Castro - Jusante, em 31/01/2017.

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA													
MUN./UF:	Castro / PR		CÓDIGO:		SEÇÃO: Jusante		RIO: Iapó		ESTAÇÃO:		PCH Castro		
Data	Cota Méd. (cm)		Vazão (m³/s)		Área (m²)		Largura (m)		Prof. Méd. (m)		Vel. Média (m/s)		
31/01/2017	67		36,97		110,33		36,00 m		3,06		0,335		
Molinete:	Equação: N < 22,99				Equação: N > 22,99				Rot. / Toque:		Aferido em:		
16 433	V = 0,01463046 + 0,27596874 x N				V = 0 + 0 x N				1		04/05/2016		
Distância da margem (m)			Período (h)		Cota Régua (cm)		Tipo de Medição						
PI - NA	NA - PF		Início Fim		Início Fim		() Vau		(X) Barco		() Ponte		
0	0		12:00 13:00		67 67								
N.º Verticais	Espaça-mento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição		Tempo	Equipe:		Jean e Alexandre			
								Coord.		Seção Réguas:		Seção de Medição:	
								Fuso / Z E:		588371		E: 588371	
12	3,0 m		ME MD		1		60	22J N:		7264837		E: 7264837	
Vert.	Largura (m)		Prof. (m)	N.º Pts	Dist.	Pos. Mol. (m)	Pulsos	N (rps)	Vel. (m/s)	Vel. M. (m/s)	Área (m²)	Vazão (m³/s)	
1	2,25	1,50	2,10	4	80%	1,68	15	0,250	0,084	0,080	4,725	0,377	
					60%	1,26	15	0,250	0,084				
					40%	0,84	14	0,233	0,079				
					20%	0,42	12	0,200	0,070				
2	3,00	4,50	2,20	4	80%	1,76	42	0,700	0,208	0,143	6,600	0,947	
					60%	1,32	32	0,533	0,162				
					40%	0,88	21	0,350	0,111				
					20%	0,44	20	0,333	0,107				
3	3,00	7,50	2,50	4	80%	2,00	51	0,850	0,249	0,245	7,500	1,840	
					60%	1,50	44	0,733	0,217				
					40%	1,00	54	0,900	0,263				
					20%	0,50	54	0,900	0,263				
4	3,00	10,50	3,00	4	80%	2,40	81	1,350	0,387	0,354	9,000	3,188	
					60%	1,80	71	1,183	0,341				
					40%	1,20	60	1,000	0,291				
					20%	0,60	100	1,667	0,475				
5	3,00	13,50	3,60	4	80%	2,88	92	1,533	0,438	0,452	10,800	4,877	
					60%	2,16	89	1,483	0,424				
					40%	1,44	110	1,833	0,521				
					20%	0,72	80	1,333	0,383				
6	3,00	16,50	3,50	4	80%	2,80	54	0,900	0,263	0,270	10,500	2,834	
					60%	2,10	76	1,267	0,364				
					40%	1,40	46	0,767	0,226				
					20%	0,70	35	0,583	0,176				
7	3,00	19,50	4,00	4	80%	3,20	84	1,400	0,401	0,315	12,000	3,782	
					60%	2,40	76	1,267	0,364				
					40%	1,60	56	0,933	0,272				
					20%	0,80	44	0,733	0,217				
8	3,00	22,50	4,10	6	Superf.		150	2,500	0,705	0,664	12,300	8,168	
					80%	3,28	150	2,500	0,705				
					60%	2,46	151	2,517	0,709				
					40%	1,64	170	2,833	0,797				
					20%	0,82	110	1,833	0,521				
					Fundo		100	1,667	0,475				
9	3,00	25,50	3,60	4	80%	2,88	100	1,667	0,475	0,438	10,800	4,728	
					60%	2,16	91	1,517	0,433				
					40%	1,44	90	1,500	0,429				
					20%	0,72	90	1,500	0,429				
10	3,00	28,50	3,50	4	80%	2,80	61	1,017	0,295	0,236	10,500	2,480	
					60%	2,10	54	0,900	0,263				
					40%	1,40	44	0,733	0,217				
					20%	0,70	32	0,533	0,162				
11	3,00	31,50	4,00	4	80%	3,20	74	1,233	0,355	0,282	12,000	3,386	
					60%	2,40	61	1,017	0,295				
					40%	1,60	54	0,900	0,263				
					20%	0,80	45	0,750	0,222				
12	2,25	34,50	1,60	3	80%	1,28	24	0,400	0,125	0,100	3,600	0,359	
					60%	0,96	20	0,333	0,107				
					20%	0,32	10	0,167	0,061				

Quadro 8 – Medição de descarga sólida no rio Iapó, seção PCH Castro–Jusante, em 31/01/2017.

Medição da descarga sólida		
Local:	PCH Castro	
Seção:	Jusante	
Data:	31/01/2017	
N.A:	67	(nível d'água - cm)
Q liq:	36,97	(vazão líquida - $m^3.s^{-1}$)
Vm:	0,34	(velocidade média - $m.s^{-1}$)
Pm:	3,06	(profundidade média - m)
Cr:	43,56	(Concentração relativa - $mg.l^{-1}$)
Cs:	18,00	(concentração sólidos suspensão - $mg.l^{-1}$)
Qst:	84,51	(descarga sólida total - $t.d^{-1}$)
Qsl:	27,02	(descarga sólida de leito - $t.d^{-1}$)
Qss:	57,49	(descarga sólida em suspensão - $t.d^{-1}$)
Temp. água	-	(temperatura da água - $^{\circ}C$)
Temp. ar	-	(temperatura do ar - $^{\circ}C$)

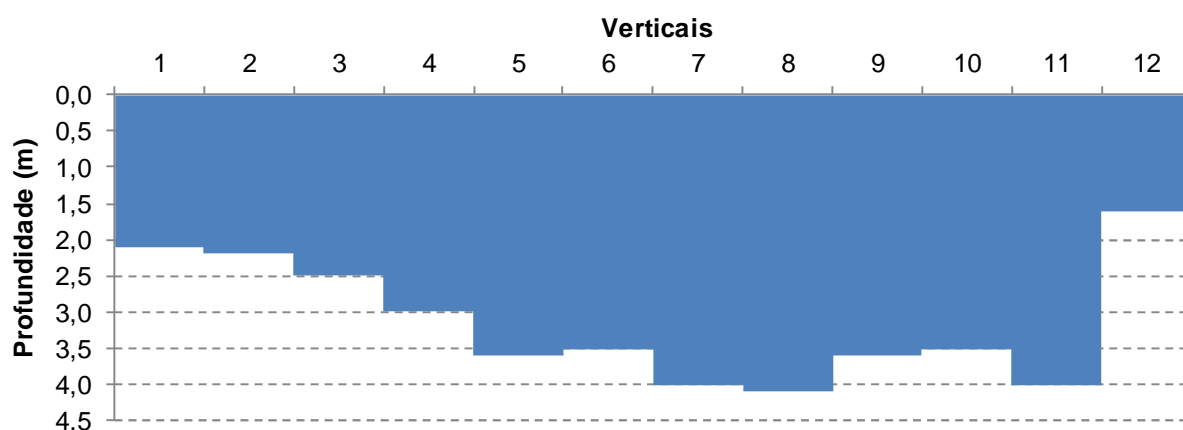


Figura 8 – Verticais realizadas no rio Iapó, seção PCH Castro - Jusante, em 31/01/2017.

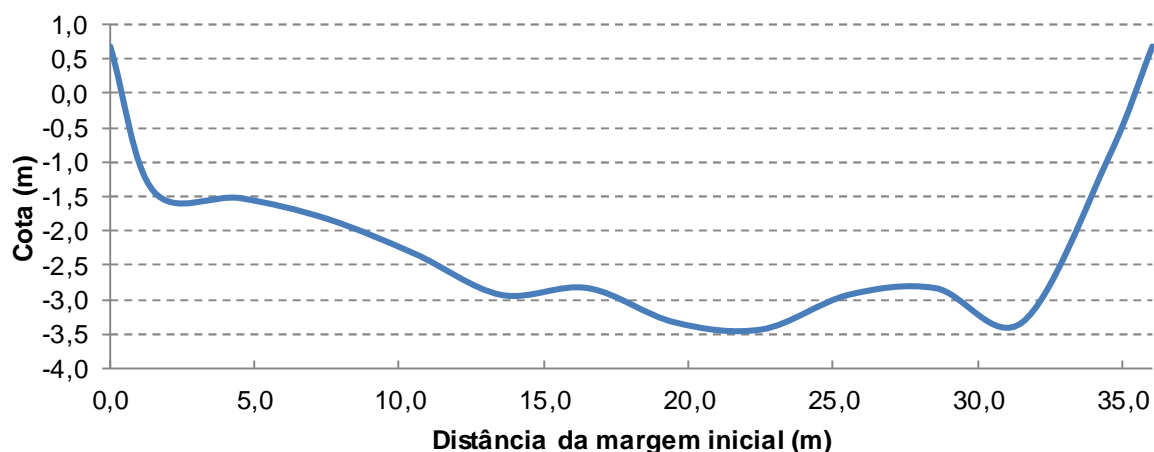
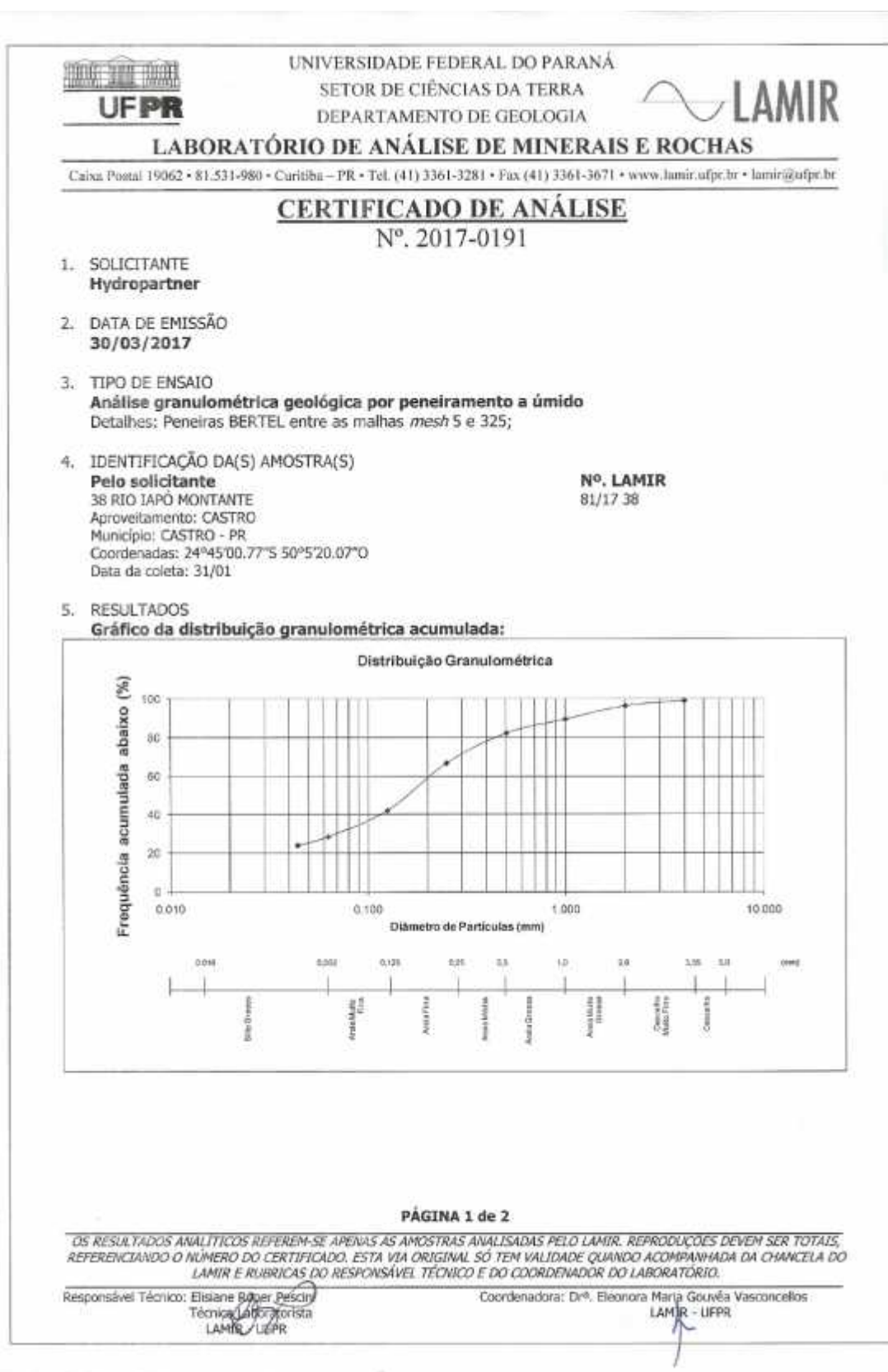



Figura 9 - Seção transversal do rio Iapó, seção PCH Castro - Jusante, em 31/01/2017.


Quadro 9 – Composição granulométrica dos sedimentos de leito no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.



Quadro 9 – Composição granulométrica dos sedimentos de leito no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017 (Continuação).




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA




LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS

Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE
Nº. 2017-0191



RESULTADOS DE ANÁLISE
GRANULOMÉTRICA GEOLÓGICA
POR PENEIRAMENTO



Cliente:	Hydropartner		Peneiramento:	Via úmida	
Material:	Fundo de rio		Equipamento:	Peneiras Bertel	
Nº Lamir	81717 38		Nº DNPM		
Nome da Amostra	38		Técnica	Elsiane R. Pescini	
Massa inicial (g):	200.00		Data:	30/03/2017	
MALHAS (TYLER)	ABERTURA (mm)	MASSA RETIDA (g)	% PESO	% ACUMULADA ACIMA	% ACUMULADA ABAIXO
5	4.000	2.16	1.08	1.08	98.92
9	2.000	5.11	2.56	3.64	96.37
16	1.000	13.46	6.73	10.37	89.64
32	0.500	14.81	7.41	17.77	82.23
60	0.250	31.10	15.55	33.32	66.68
115	0.125	49.66	24.83	58.15	41.85
250	0.063	27.16	13.58	71.73	28.28
325	0.044	9.29	4.65	76.37	23.63
<325		47.26	23.63	100.00	0.00
MASSA FINAL (g):		200.00			

- FINAL DO CERTIFICADO -


PÁGINA 2 de 2

OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS AS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.


Responsável Técnico: *Elsiane Röper Pescini*
Técnica Laboratorista
LAMIR - UFPR

Coordenadora: Dr^a. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcelos
LAMIR - UFPR

Quadro 10 – Composição granulométrica dos sedimentos de leito no rio Iapó, seção PCH Castro – Jusante, em 31/01/2017.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



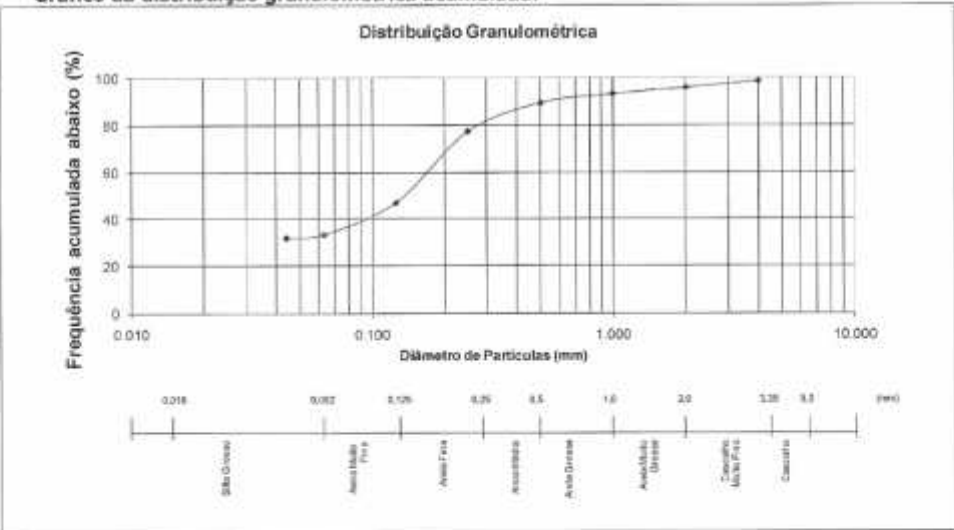
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS

Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE
Nº. 2017-0192

- SOLICITANTE**
Hydropartner
- DATA DE EMISSÃO**
30/03/2017
- TIPO DE ENSAIO**
Análise granulométrica geológica por peneiramento a úmido
Detalhes: Peneiras BERTEL entre as malhas mesh 5 e 325;
- IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S)**
Pelo solicitante
39 RIO IAPÓ JUSANTE
Aproveitamento: CASTRO
Município: CASTRO - PR
Coordenadas: 24°43'40.57"S 50°7'16.06"O
Data da coleta: 31/01
- RESULTADOS**
Gráfico da distribuição granulométrica acumulada:

Distribuição Granulométrica




PÁGINA 1 de 2

OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS AS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL, TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.


Responsável Técnico: Elisiane Roper Peschi
Técnica Laboratorista
LAMIR - UFPR

Coordenadora: Dr^a. Eleonora Matia Gouvêa Vasconcellos
LAMIR - UFPR

Quadro 10 – Composição granulométrica dos sedimentos de leito no rio Iapó, seção PCH Castro – Jusante, em 31/01/2017 (Continuação).




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA




LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS

Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE
Nº. 2017-0192



**RESULTADOS DE ANÁLISE
GRANULOMÉTRICA GEOLÓGICA
POR PENEIRAMENTO**



Cliente:	Hydropartner	Peneiramento:	Via Úmida
Material:	Fundo de rio	Equipamento:	Peneiras Bertel
Nº Lamir	81/1739	Nº DNPM	
Nome da Amostra	39	Técnica	Elisiane R. Pescini
Massa Inicial (g):	200.00	Data:	30/03/2017

MALHAS (TYLER)	ABERTURA (mm)	MASSA RETIDA (g)	% PESO	% ACUMULADA ACIMA	% ACUMULADA ABAIXO
5	4.000	2.42	1.21	1.21	98.79
9	2.000	5.36	2.67	3.88	96.12
16	1.000	5.82	2.91	6.79	93.21
32	0.500	7.51	3.76	10.55	89.45
60	0.250	24.53	12.27	22.81	77.19
116	0.125	60.23	30.12	52.93	47.07
250	0.063	27.85	13.93	66.86	33.15
325	0.044	2.70	1.35	68.21	31.80
<325		63.59	31.80	100.00	0.00
MASSA FINAL (g):		200.00			

- FINAL DO CERTIFICADO -

PÁGINA 2 de 2

OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS AS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VIA ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.

Responsável Técnico: Elisiane Roper Pescini
Técnica Laboratorista
LAMIR - UFPR

Coordenadora: Dr^a. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos
LAMIR - UFPR

5.1 Análise dos resultados

Nesta campanha realizada na área de influência da Pequena Central Hidrelétrica Castro verificou-se crescimento ordenado da área da seção transversal no sentido de jusante do rio Iapó. Este incremento positivo está diretamente associado às profundidades médias crescentes no sentido de jusante da rede de drenagem (Figura 10).

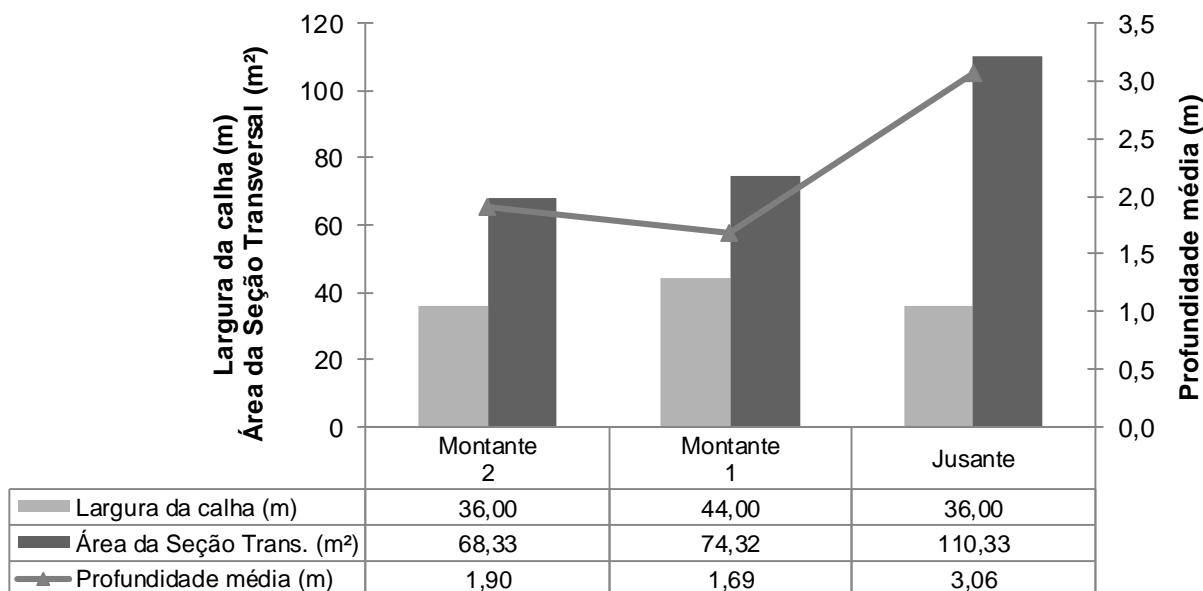


Figura 10 – Demonstrativo da largura da calha e área da seção transversal nas seções amostrais.

Verifica-se também na Figura 11 velocidades médias com pequena variação no sentido de jusante.

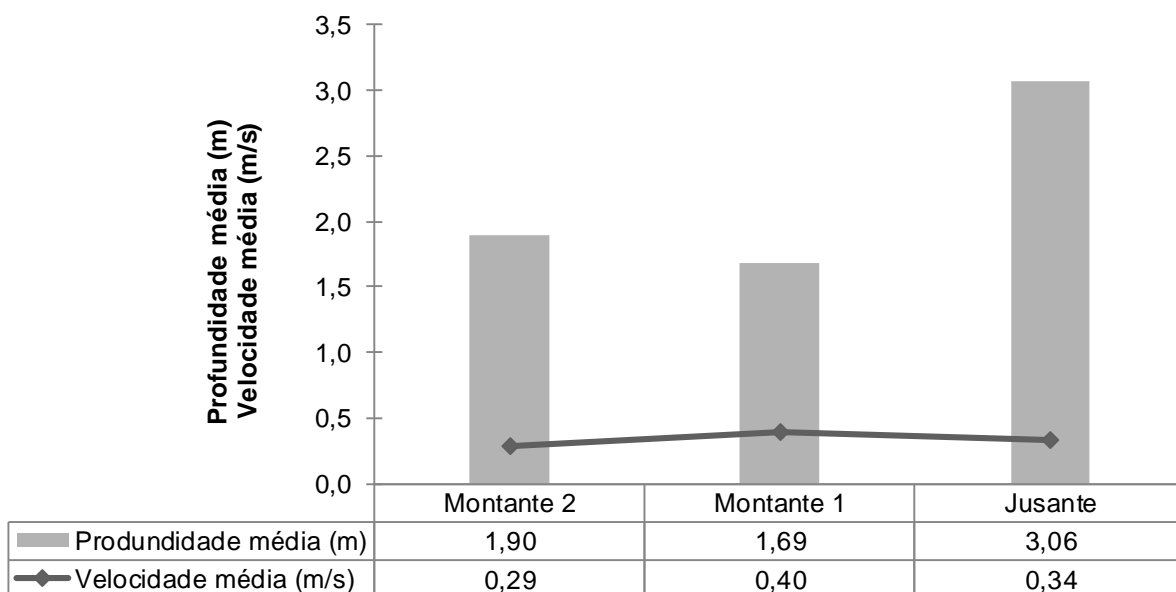


Figura 11 – Profundidade e velocidade médias nas seções amostrais.

Desta maneira, nesta campanha verificou-se vazão de 36,97 m³/s na seção localizada

ajusante do empreendimento, comparativamente a 19,82 m³/s mensurados na estação Montante 2 e 29,65 m³/s medidos na estação Montante 1 da PCH Castro(Figura 12).

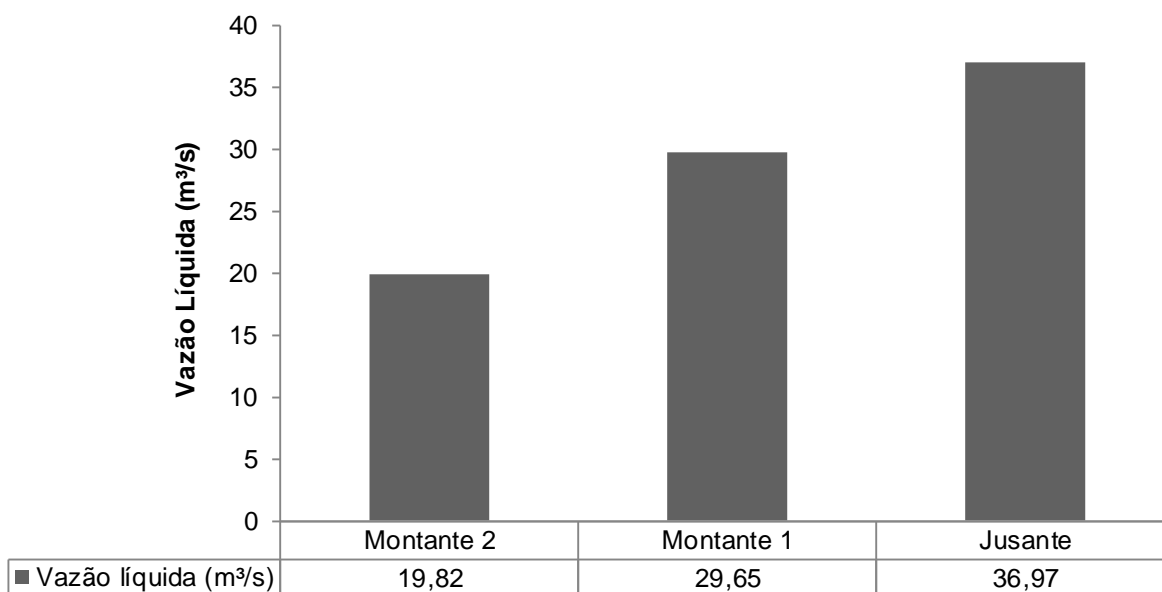


Figura 12 –Vazão medida nas seções amostrais.

Estes valores se apresentam de acordo com uma tendência natural de aumento de vazão no sentido de jusante dos rios na medida em que aumentam as áreas de drenagem das bacias hidrográficas. Verifica-se para as seções amostrais em questão um incremento de aproximadamente 25% da vazão no sentido de jusante do rio Iapó.

A descarga de sedimentos dos cursos de água é uma mistura de partículas de várias espécies, tamanhos e formas, sendo uma parcela da carga detrítica proveniente da ação erosiva que o movimento da água exerce sobre as margens e o fundo do leito. Entretanto, a maior parte é fornecida pela remoção detrítica das vertentes via ação cisalhante da água nos agregados do solo e transporte deste material em direção aos corpos hídricos. Assim, reconhece-se que o transporte de sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime do escoamento superficial e pelas características das partículas que compõem a carga de sedimentos.

Sob este aspecto, nesta campanha, verificou-se valores de concentração de sólidos em suspensão decrescentes no sentido de jusante do rio Iapó.

A concentração evidenciada de sedimentos em suspensão identificados como partículas de granulometrias fina, apresentou uma concentração de sólidos em suspensão de 40,00 mg/L para uma descarga líquida de 29,65 m³/s na seção PCH Castro – Montante 1. Já para a seção PCH Castro – Jusante verificou-se concentração de sólidos em suspensão (Cs) de 18,00 mg/L para uma vazão de 36,97 m³/s(Figura 13).

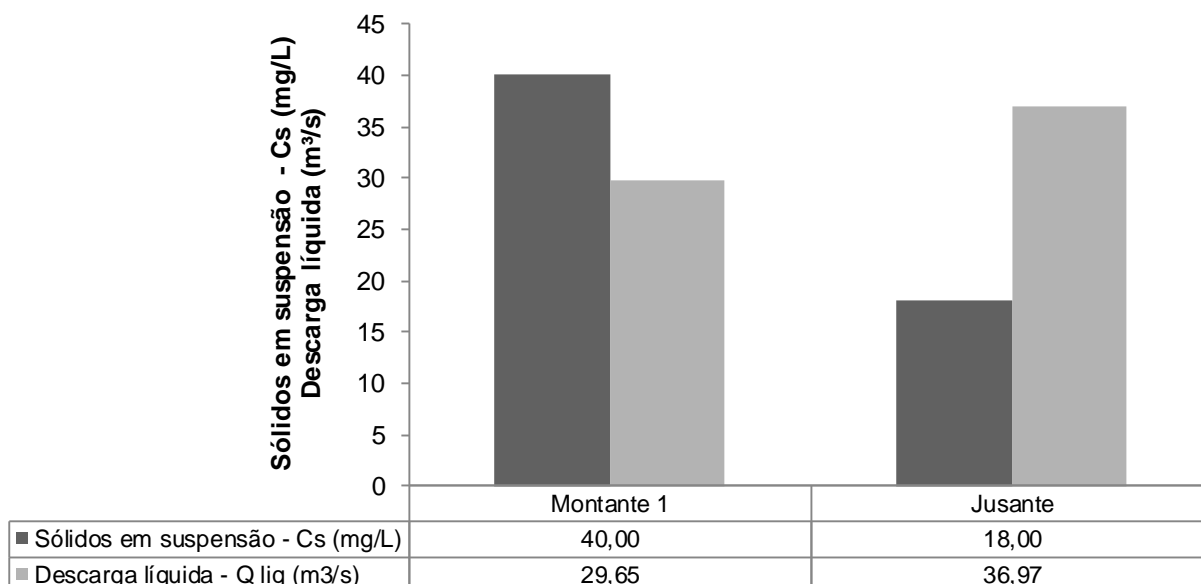


Figura 13 – Descarga líquida e os sólidos em suspensão nas seções amostrais.

Com relação ao transporte de sedimentos, verificou-se uma maior participação da descarga sólida em suspensão na estimativa da descarga sólida total na seção analisada. Este fato caracteriza que os sedimentos transportados como carga de leito sofrem a abrasão e a redução no tamanho de suas partículas por meio de processos mecânicos, como choques, atritos e seleção resultante do transporte diferencial das partículas de tamanhos diferentes, originando a diminuição da granulometria do material aluvial.

Salienta-se ainda que a carga de leito é composta principalmente de sedimentos com diâmetros e volumes maiores que aqueles que estão em suspensão e o volume da descarga em suspensão é função da velocidade e tipo do escoamento, profundidade da seção, granulometria do material, entre outros fatores.

Detalhadamente, estimou-se para a seção PCH Castro– Montante 1 uma descarga de sólidos em suspensão (Q_{ss}) de 102,46 t/d, enquanto que a descarga sólida de leito (Q_{sl}) é 58,71 t/d. Neste sentido para esta seção, a contribuição da Q_{ss} para a estimativa da descarga sólida total (Q_{st}) é de aproximadamente 60%, sendo o restante proveniente da Q_{sl} . Para a seção PCH Castro– Jusante, estimou-se uma descarga de sólidos em suspensão (Q_{ss}) de 57,49 t/d, enquanto que a descarga sólida de leito (Q_{sl}) é de 27,02 t/d. Neste sentido para esta seção, a contribuição da Q_{ss} para a estimativa da descarga sólida total (Q_{st}) é de aproximadamente 70%, sendo o restante proveniente da Q_{sl} .

A Figura 14 apresenta os valores de descarga sólida em suspensão e de leito estimados para esta seção amostral.

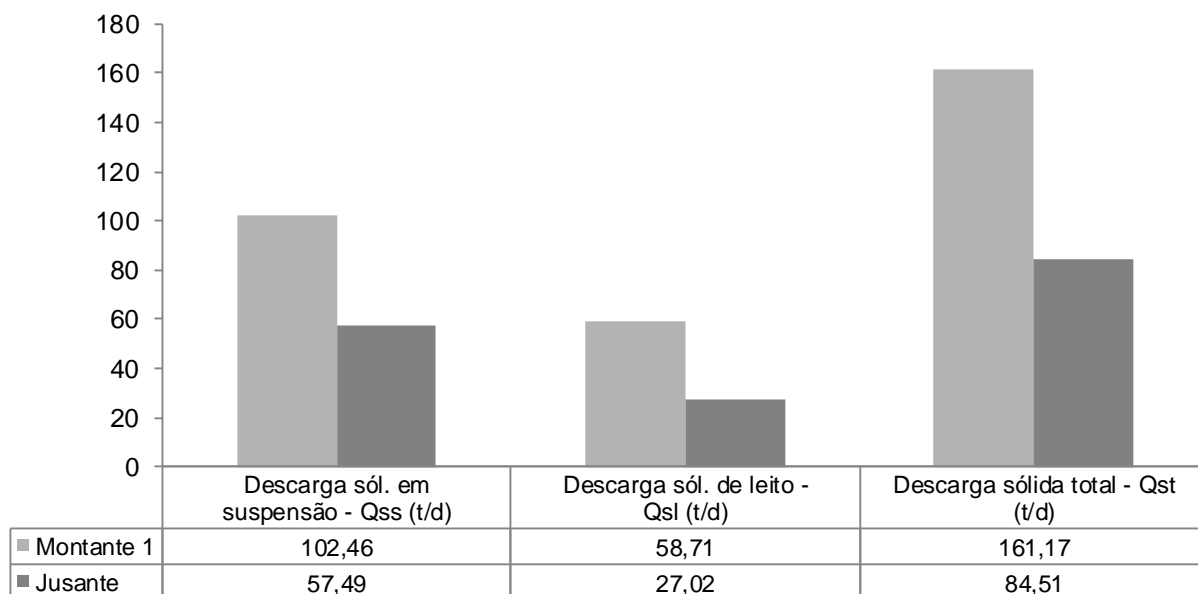


Figura 14 – Variação das descargas sólidas em suspensão, de leito e total nas estações amostrais.

De maneira geral, a distribuição granulométrica do sedimento de leito (Figura 15) apresentou características semelhantes entre as seções localizadas a montante e a jusante da PCH Castro. Verificou-se alta representatividade de materiais de textura média e fina. Destacam-se os materiais com diâmetros inferiores a 0,5 mm, classificados como material passante (silte + argila) e areia muito fina a média. Ressalta-se ainda que estas frações granulométricas representam aproximadamente 80% do total do material coletado a montante do empreendimento e 90% do material obtido a jusante.

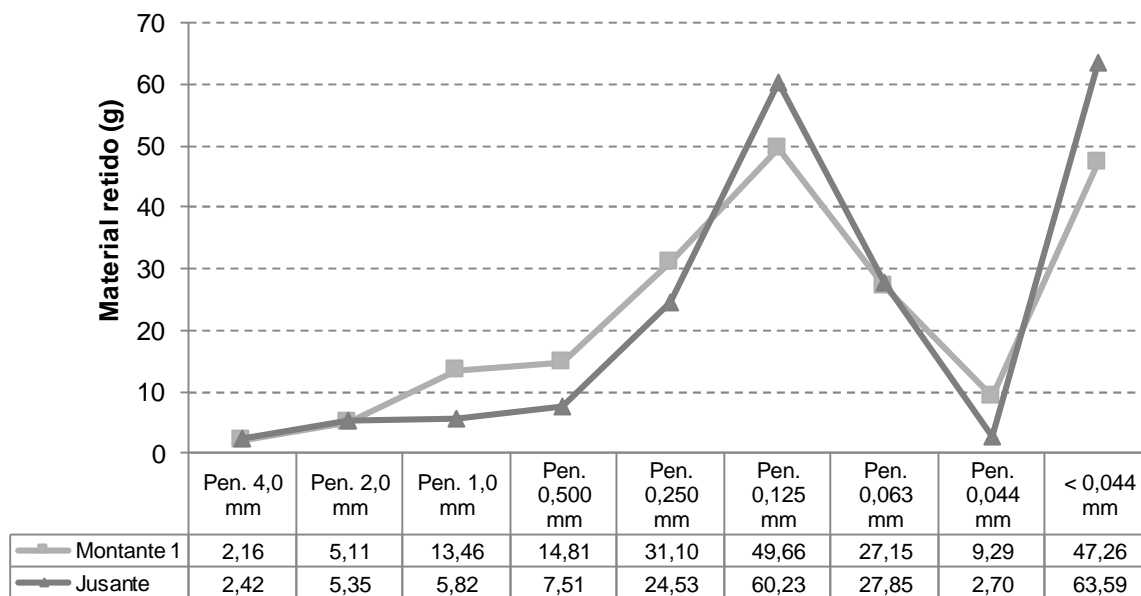


Figura 15 – Distribuição granulométrica do sedimento de leito nas seções amostrais da PCH Castro.

Detalhadamente, em classes granulométricas, o material coletado na seção PCH Castro – Montante 1 apresentou 3,64% de cascalhos, 68,09% de areia e 28,27% de silte (pó). A seção

PCH Castro – Jusante apresentou 3,89% de cascalhos, 62,97% de areia e 33,14% de silte (pó) (Quadros 9 e 10).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente ao exposto recomenda-se dar continuidade ao Programa de monitoramento hidrossedimentológico e de níveis d'água na PCH Castro, visando à detecção e avaliação do comportamento das descargas sólidas e líquidas, assim como a montagem da série temporal.

Posteriormente, com adicionais medições de vazão e descarga sólida se espera ser possível a elaboração da curva de descarga, a fim do estabelecimento do conhecimento melhor detalhado das condições hidrológicas locais.

7. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Figura 16 – Medição de vazão na estação PCH Castro Montante 2, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 17 – Nível da água na estação PCH Castro Montante 2, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 18 – Referências de nível (RN1 e RN2) da estação PCH Castro Montante 2, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 19 – Medição de vazão na estação PCH Castro Montante 1, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 20 – Coleta de sedimentos na estação PCH Castro Montante 1, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 21 – Nível da água na estação PCH Castro Montante 1, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 22 – Referências de nível (RN1 e RN2) da estação PCH Castro Montante 1, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 23 – Medição de vazão na estação PCH Castro Jusante, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 24 – Nível da água na estação PCH Castro Jusante, no rio Iapó, Castro/PR.



Figura 25 – Referências de nível (RN1 e RN2) da estação PCH Castro Jusante, no rio Iapó, Castro/PR.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BACK, A. J. (2006). **Medidas de vazão com molinete hidrométrico e coleta de sedimentos em suspensão**. Florianópolis, EPAGRI, 56 p.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. ver. atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

COLBY, B. R. **Relationship of unmeasured sediment discharge to mean velocity**. Transactions, Amer. Geophy. Union. Vol . 38, n. 5, oct, pp.708-719. 1957

EDWARDS, Thomas K. & GLYSSON, G. Douglas (1988). **Field methods for measurement of fluvial sediment**. Open-file report 86-531. USGS. Reston, Virginia

GOLDENFUM, J. A. Variabilidade espaço-temporal dos processos hidrossedimentológicos. In: PAIVA, J. B. D. de; CHAUDHRY, F. H.; REIS, L. F. R. **Monitoramento de bacias hidrográficas e processamento de dados**. São Carlos: RIMA, 2004. p. 41-95.


GRISON, F. **Uso do ADCP como ferramenta de apoio no traçado e extrapolação de curva-chave na bacia do rio Cubatão do Norte**. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2008. 46 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFSC)

SANTOS, I. dos; FILL, H.D.; SUGAI, M.R. von B.; KISHI, R.T.; MARONE, E.; LAUTERT, L.F. de C. **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento, 2001. 372 p.

Hydropartner Hidrometria Ltda. – EPP
Eng. Fabiano Sochodolak
CREA –PR 153179/D


ANEXOS

Anexo 1 – Análise físico-química da água do rio Iapó, montante da PCH Castro, Castro/PR, em 31/01/2017.



funpar
Fundação Universidade Federal do Paraná

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra – Degeol.
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



LPH
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA **Nº 17526-38**


Solicitante:	Hydropartner Engenharia Ltda	Data da entrega:	02.03.2017
Amostrador:	Jean Evandro	Data da coleta:	02.03.2017
Distrito/Cidade:	Castro		PR
Local da coleta:	Castro/Iapó		

Amostra/Coordenadas/Aproveitamento	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Sólidos Totais à 103°C (mg/L)
Montante / 24°45'00,77"S; 50°5'20,07"O	40	30	70

Observação: A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.


Bibliografia: APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed, 2005.

Curitiba, 10 de Abril de 2017.




Alexandre Gregório
Químico Responsável
CRQ 09201684

Anexo 2 – Análise físico-química da água do rio Iapóa jusante da PCH Castro, Castro/PR, em 31/01/2017.



funpar
Fundação da Universidade Federal do Paraná

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra – Degeol.
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas
Centro Politécnico - Jd das Américas - 81.531-990 - Curitiba - PR - Brasil
www.lph.ufpr.br / e-mail: lph@ufpr.br / fone/fax: (41) 3267-7910



LPH
Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA EM ÁGUA **Nº 17526-39**


Solicitante:	Hydropartner Engenharia Ltda	Data da entrega:	02.03.2017
Amostrador:	Jean Evandro	Data da coleta:	02.03.2017
Distrito/Cidade:	Castro		PR
Local da coleta:	Castro/Iapó		

Amostra/Coordenadas/Aproveitamento	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Sólidos Totais à 103°C (mg/L)
Jusante/ 24°43'40,57"S; 50°7'16,06"O	18	32	50

Observação: A presente análise tem seu valor restrito a amostra recebida pelo LPH.

Bibliografia: APHA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed. 2005.

Curitiba, 10 de Abril de 2017.



Alexandre Gregorio
Químico Responsável
CRQ 04231684