

CASTRO ENERGIA LTDA

**1^a 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

Agencia 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
Erasmo 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).

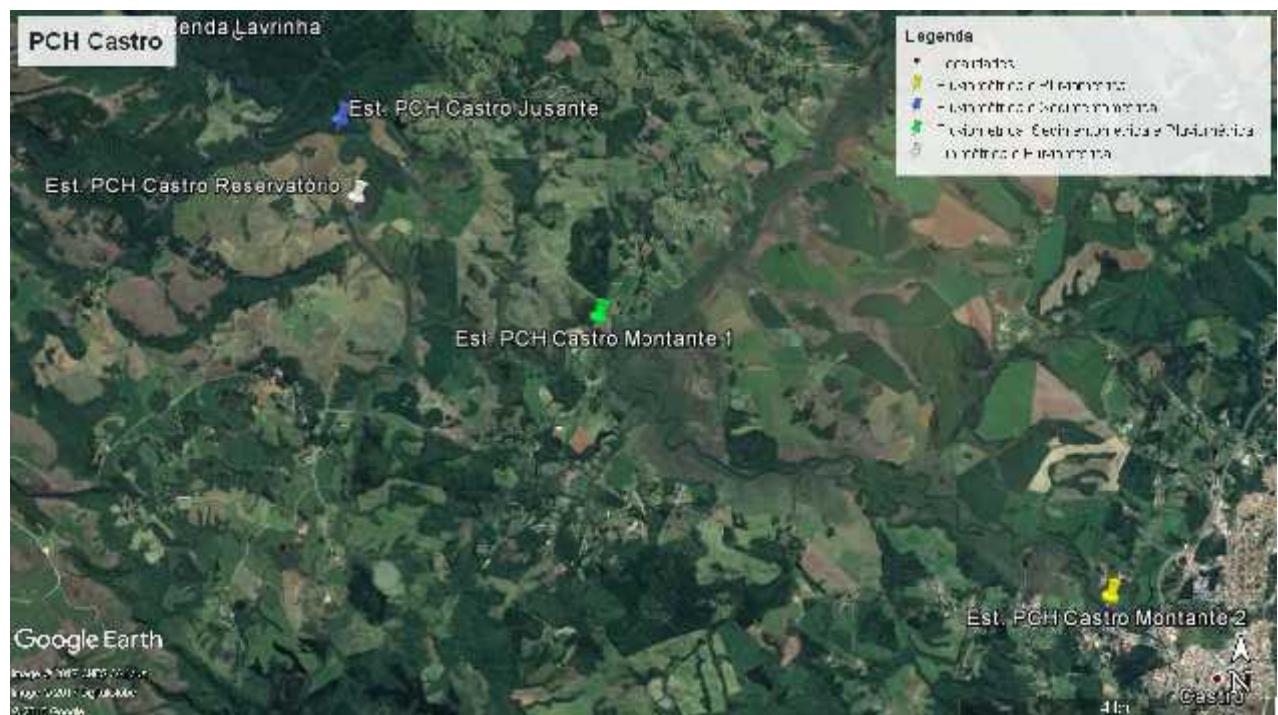


Figura 1- Localização das estações Montante 2 ($24^{\circ}46'54,6''S$, $50^{\circ}01'30,45''O$), Montante 1 ($24^{\circ}45'00,77''S$, $50^{\circ}05'20,07''O$) e Jusante ($24^{\circ}43'40,57''S$; $50^{\circ}07'16,06''O$) da PCH Castro.

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 réguas (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.

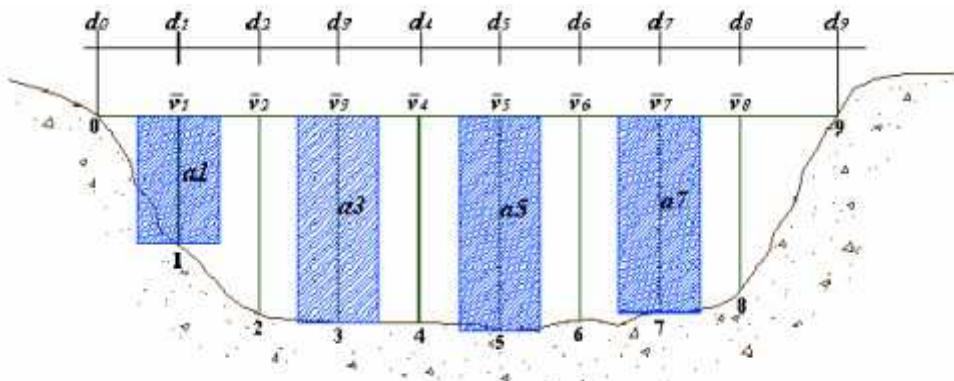


Figura 2 – Esquema ilustrativo do método da meia-seção. (Grison, 2008).

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 m_h 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 nesse mesmo 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.

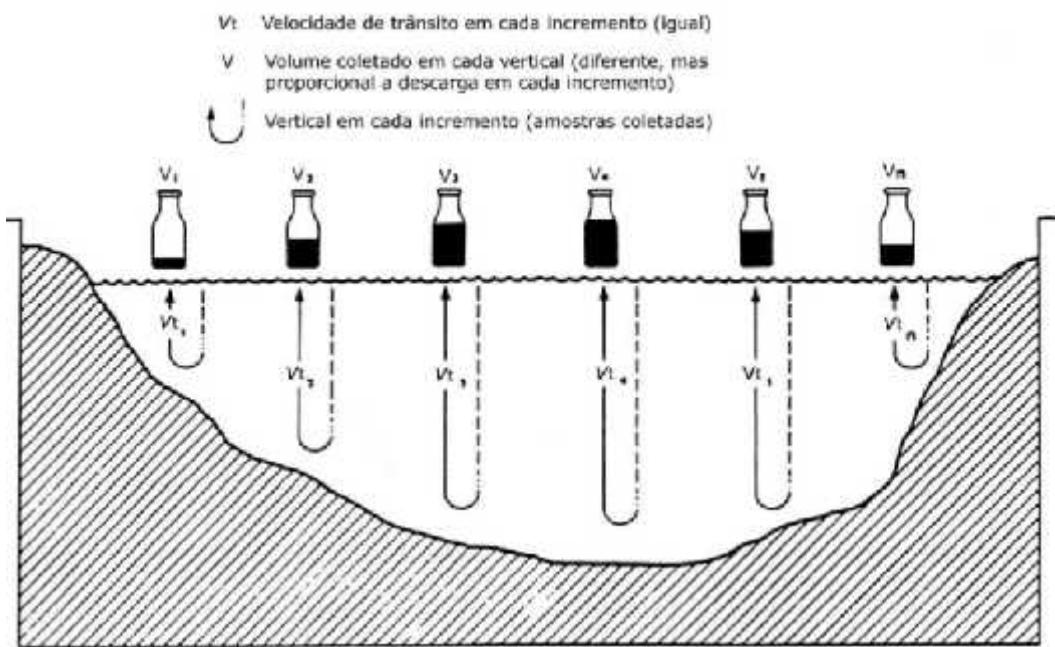


Figura 3 – Esquema ilustrativo de amostragem pelo método de igual incremento de largura. (Edwards & Glysson, 1988).

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:

$$Qst = Qss + Qsl \quad (5)$$

onde Qst é a descarga sólida total (t/dia); Qss é a descarga sólida em suspensão (t/dia) e Qsl 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:

$$Qss = 0,0864 \times Q_l \times C_s \quad (6)$$

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)		Area (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	$V = 0,01463046 + 0,27596874 \times N$			$V = 0 + 0 \times N$			1		04/05/2016					
Distância da margem (m)		Período (h)		Cota Réguas (cm)		Tipo de Medição								
PI - NA	NA - PF		Início	Fim	Início	Fim	() Vau		(X) Barco					
0	0		9:00	10:00	87	87	() Ponte							
N.º Verticais	Espaço-mento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição		Tempo	Equipe:	Jean e Alexandre					
12	3,0 m	ME	MD			1	60	Coord.	Seção Réguas:					
									Seção de Medição:					
		X						Fuso / Z	E:	599338				
									E:	599338				
								22J	N:	7258766				
									N:	7258766				
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		
					80%	1,16	8	0,133	0,051					
2	3,00	4,50	1,45	3	60%	0,87	20	0,333	0,107		0,079	0,344		
					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	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		
					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		
					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		
					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		
					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		
					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		
					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		
					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).

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	$V = 0,01463046 + 0,27596874 \times N$		$V = 0 + 0 \times N$		1	04/05/2016					
Distância da margem (m)	Período (h)		Cota Réguas (cm)	Tipo de Medição							
PI - NA	NA - PF	Início	Fim	Início	Fim	() Vau	(X) Barco				
0	0	9:00	10:00	87	87		() Ponte				
N.º Verticais	Espaçamento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição	Tempo	Jean e Alexandre				
12	3,0 m		ME	MD	1		Seção Réguas:				
			X				Fuso / Z	E: 599338			
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% 60% 20%	14 8 8	0,233 0,133 0,133	0,079 0,051 0,051	0,058	5,400	0,315
12	2,25	34,50	1,30	3	80% 60% 20%	26 13 5	0,433 0,217 0,083	0,134 0,074 0,038			

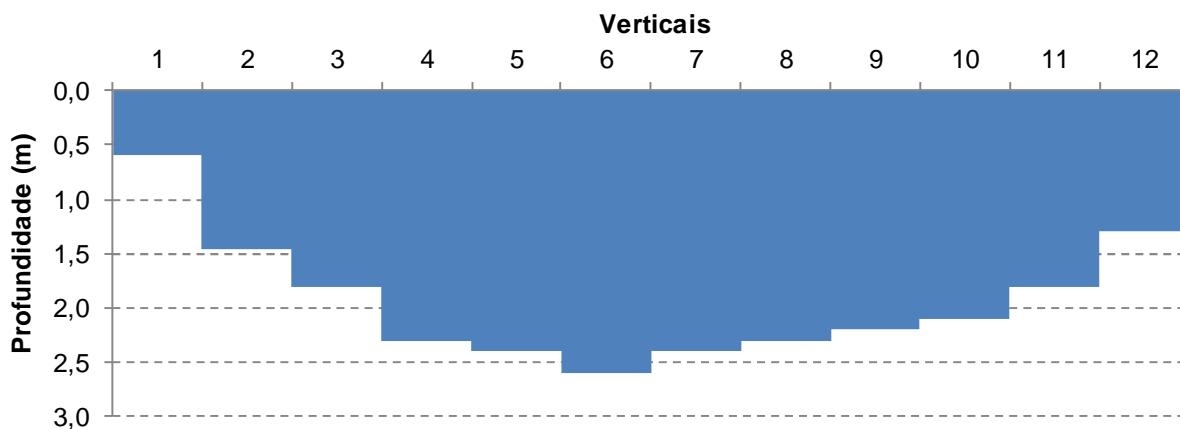


Figura 4 – Verticais realizadas no rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017.

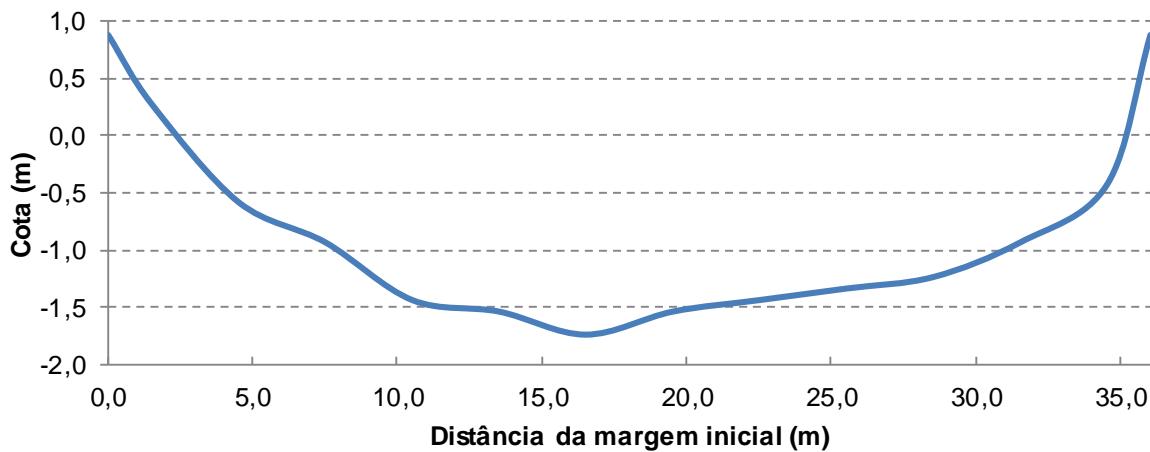


Figura 5 – Seção transversal do rio Iapó, seção PCH Castro–Montante 2, em 31/01/2017.

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

MEDIDA 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	$V = 0,01463046 + 0,27596874 \times N$		$V = 0 + 0 \times N$		1		04/05/2016	
Distância da margem (m)		Período (h)	Cota Réguas (cm)				Tipo de Medição	
PI - NA	NA - PF		Início	Fim	Início	Fim	() Vau	(X) Barco
0	0		14:00	15:00	78	78		() Ponte
N.º Verticais	Espaço-mento	Distância da Margem Inicial	Início		Seção medição	Tempo	Equipe:	Jean e Alexandre
15	3,0 m	ME	MD		1	60	Coord.	Seção Réguas:
		X					Fuso / Z	Seção de Medição:
Vert.	Largura (m)	Prof. (m)	N.º Pts	Dist.	Pos. Mol. (m)	Pulsos	N (rps)	E: 592191
								E: 592191
1	2,00	1,00	1,50	3	80% 0,90 0,30	32 24 22	0,533 0,400 0,367	0,162 0,125 0,116
2	3,00	4,00	1,60	3	80% 0,96 0,32	48 44 46	0,800 0,733 0,767	0,235 0,217 0,226
3	3,00	7,00	1,70	3	80% 1,36 0,34	74 82 72	1,233 1,367 1,200	0,355 0,392 0,346
4	3,00	10,00	1,80	3	80% 1,44 1,08	80 74	1,333 1,233	0,383 0,355
5	3,00	13,00	1,90	3	60% 1,52 1,14	74 78	1,233 1,300	0,355 0,373
6	3,00	16,00	1,80	3	20% 0,38	52	0,867	0,254
7	3,00	19,00	1,90	3	80% 1,44 1,52	72 80	1,200 1,333	0,346 0,383
8	3,00	22,00	1,90	3	60% 1,14 1,14	68 76	1,133 1,267	0,327 0,364
9	3,00	25,00	1,85	3	20% 0,38	88	1,467	0,419
10	3,50	28,00	1,70	3	80% 1,48 1,52	104 104	1,900 1,733	0,539 0,493
11	3,00	32,00	1,80	3	60% 1,11 1,08	88 108	1,467 1,800	0,419 0,521
12	2,50	34,00	1,68	3	20% 0,37	81	1,350	0,387
13	3,00	37,00	1,74	3	80% 1,36 1,34	104 110	1,667 1,833	0,493 0,521
14	3,00	40,00	1,60	3	60% 1,02 1,01	110 112	1,833 1,867	0,521 0,530
15	2,00	43,00	1,20	2	20% 0,34	108	1,800	0,511
					80% 1,44 1,34	118 110	1,967 1,833	0,557 0,521
					60% 1,08 1,01	108 112	1,800 1,867	0,511 0,530
					20% 0,36 0,34	92 100	1,533 1,667	0,438 0,475
					80% 1,39 1,34	100 110	1,667 1,833	0,475 0,521
					60% 1,04 1,01	104 112	1,733 1,867	0,493 0,530
					20% 0,35 0,34	102 100	1,700 1,667	0,484 0,475
					80% 1,28 1,34	92 110	1,533 1,833	0,438 0,521
					60% 0,96 1,01	88 112	1,333 1,867	0,383 0,530
					20% 0,32 0,34	96 100	1,600 1,667	0,456 0,475
					80% 0,96 1,39	88 100	1,467 1,667	0,419 0,475
					60% 0,24 1,04	92 104	1,533 1,733	0,438 0,493
					20% 0,24 0,35	92 102	1,533 1,700	0,438 0,484
					80% 1,28 1,04	92 104	1,533 1,733	0,438 0,493
					60% 0,96 0,35	80 102	1,333 1,700	0,383 0,484
					20% 0,32 0,35	96 102	1,600 1,667	0,456 0,484
					80% 0,96 1,28	88 92	1,467 1,533	0,419 0,438
					60% 0,24 1,28	88 92	1,467 1,533	0,419 0,438
					20% 0,24 0,96	92 88	1,533 1,467	0,438 0,419
					80% 0,24 0,96	92 88	1,533 1,467	0,438 0,419
					60% 0,24 0,32	96 92	1,600 1,533	0,456 0,438
					20% 0,24 0,32	92 96	1,533 1,600	0,438 0,456
					80% 0,24 0,96	92 96	1,533 1,600	0,438 0,456
					60% 0,24 0,32	96 92	1,533 1,600	0,438 0,456
					20% 0,24 0,24	92 92	1,533 1,533	0,438 0,438

Quadro 6 – Medição de descarga sólida no rio lapó, 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 - $^{\circ}C$)

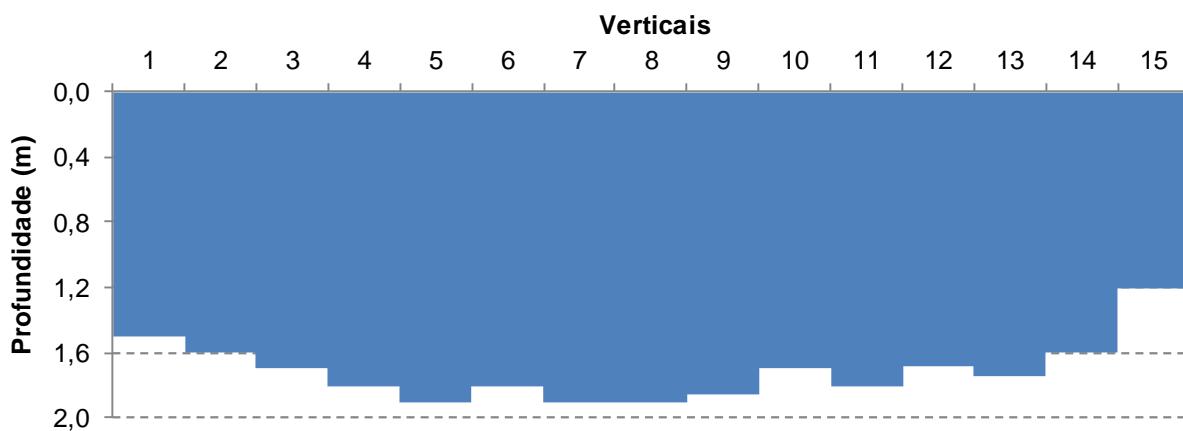


Figura 6 – Verticais realizadas no rio lapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

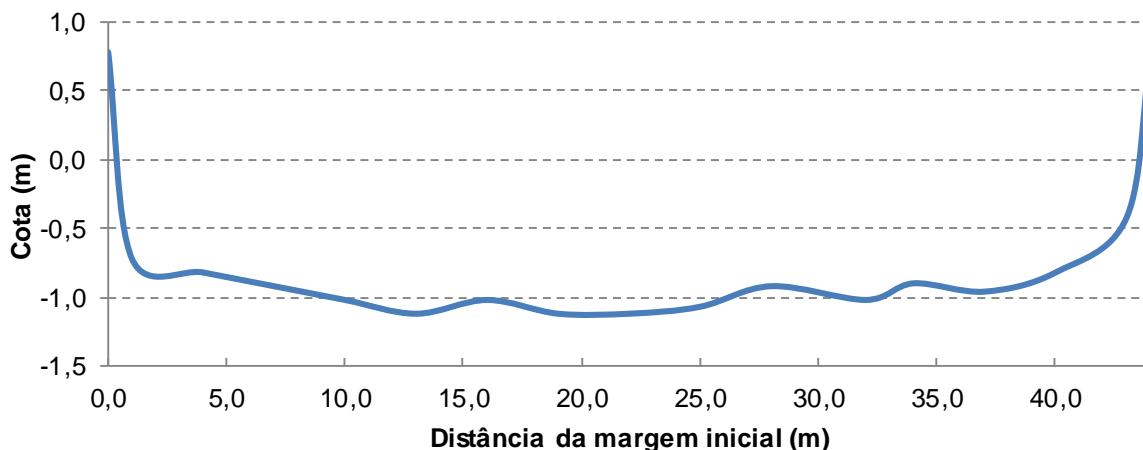


Figura 7 - Seção transversal do rio lapó, seção PCH Castro–Montante 1, em 31/01/2017.

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

MEDIDA 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	$V = 0,01463046 + 0,27596874 \times N$			$V = 0 + 0 \times N$		1	04/05/2016					
Distância da margem (m)		Período (h)	Cota Réguas (cm)			Tipo de Medição						
PI - NA	NA - PF		Início	Fim	Início	() Vau	(X) Barco					
0	0		12:00	13:00	67	67	() Ponte					
N.º Verticais	Espaça-mento	Distância da Margem Inicial	Início	Seção medição	Tempo	Equipe:	Jean e Alexandre					
12	3,0 m	ME	MD	1	60	Coord.	Seção Réguas:					
		X				Fuso / Z	Seção de Medição:					
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 lapó, 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 - $m^3 \cdot s^{-1}$)
Vm:	0,34	(velocidade média - $m \cdot s^{-1}$)
Pm:	3,06	(profundidade média - m)
Cr:	43,56	(Concentração relativa - $mg \cdot l^{-1}$)
Cs:	18,00	(concentração sólidos suspensão - $mg \cdot l^{-1}$)
Qst:	84,51	(descarga sólida total - $t \cdot d^{-1}$)
Qsl:	27,02	(descarga sólida de leito - $t \cdot d^{-1}$)
Qss:	57,49	(descarga sólida em suspensão - $t \cdot d^{-1}$)
Temp. água	-	(temperatura da água - $^{\circ}C$)
Temp. ar	-	(temperatura do ar - $^{\circ}C$)

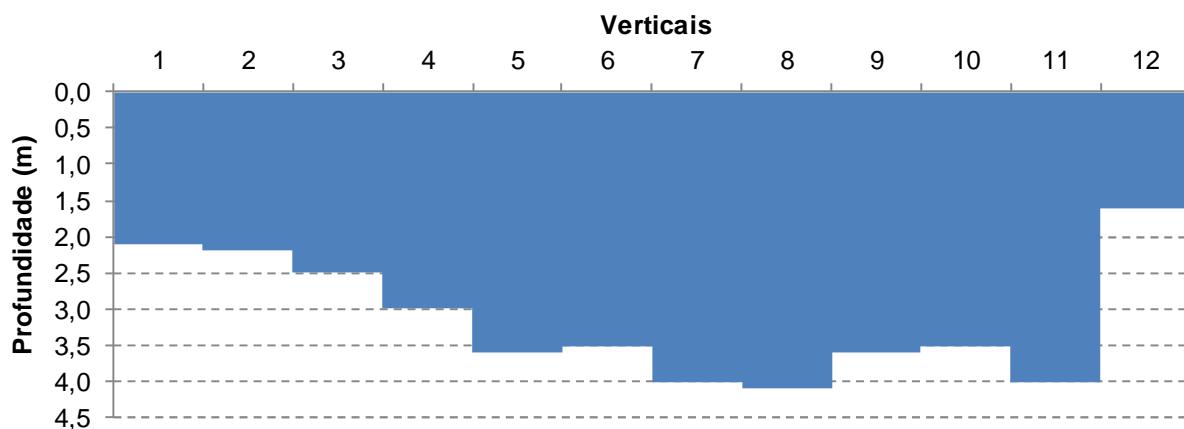


Figura 8 – Verticais realizadas no rio lapó, seção PCH Castro - Jusante, em 31/01/2017.

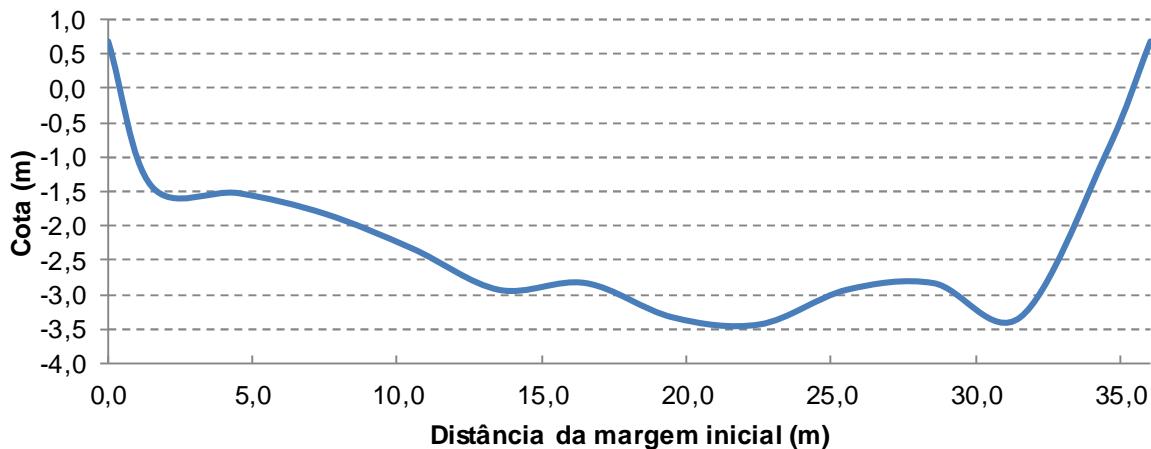
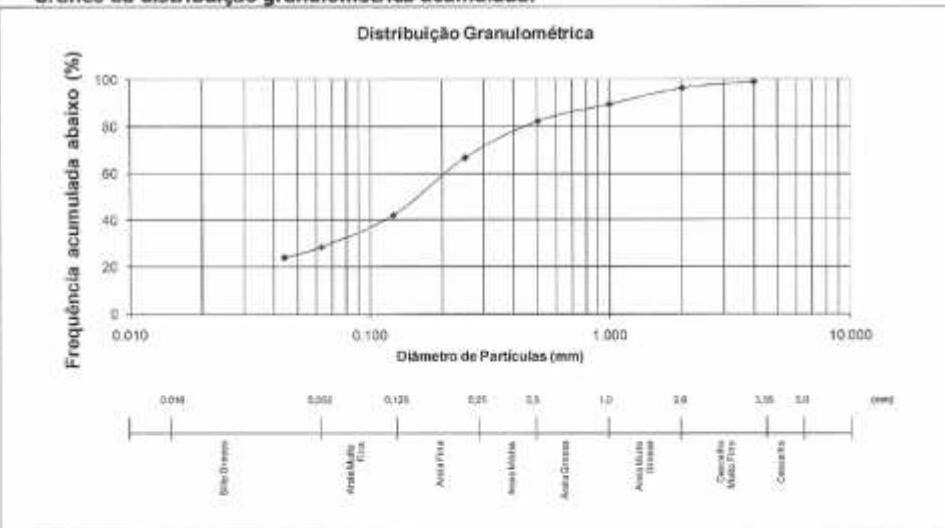


Figura 9 - Seção transversal do rio lapó, seção PCH Castro - Jusante, em 31/01/2017.

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

 UFPR	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE MINERAIS E ROCHAS <small>Caixa Postal 19062 • 81.531-980 • Curitiba – PR • Tel. (41) 3361-3281 • Fax (41) 3361-3671 • www.lamir.ufpr.br • lamir@ufpr.br</small>	 LAMIR
CERTIFICADO DE ANÁLISE		
Nº. 2017-0191		
<p>1. SOLICITANTE Hydropartner</p> <p>2. DATA DE EMISSÃO 30/03/2017</p> <p>3. TIPO DE ENSAIO Análise granulométrica geológica por peneiramento a úmido Detalhes: Peneiras BERTEL entre as malhas <i>mesh</i> 5 e 325;</p> <p>4. IDENTIFICAÇÃO DA(S) AMOSTRA(S) Pelo solicitante Nº. LAMIR 81/17 38 38 RIO IAPÓ MONTANTE Aproveitamento: CASTRO Município: CASTRO - PR Coordenadas: 24°45'00.77"S 50°5'20.07"E Data da coleta: 31/01</p> <p>5. RESULTADOS Gráfico da distribuição granulométrica acumulada:</p>		
		
PÁGINA 1 de 2		
<i>OS RESULTADOS ANALÍTICOS REFEREM-SE APENAS AS AMOSTRAS ANALISADAS PELO LAMIR. REPRODUÇÕES DEVEM SER TOTAIS, REFERENCIANDO O NÚMERO DO CERTIFICADO. ESTA VERSÃO ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCEL DA LAMIR E RUBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.</i>		
<small>Responsável Técnico: Elysiane Boller Pescini Técnica Laboratorista LAMIR / UFPR</small>	<small>Coordenadora: Dr. Eleonora Maria Gouveia Vasconcellos LAMIR - UFPR</small>	

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: Material: Nº Lamir: Nome da Amostra: Massa inicial (g):	Hydropartner Fundo de rio 811736 38 200.00		Peneiramento Equipamento: Nº DNPM: Técnica: Data:	Via úmida Peneiras Bertiol 0104 Elsiane R. Pescini 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	3.54	96.37
16	1.000	13.46	9.73	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	0.032	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 VERSÃO ORIGINAL SO TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCEL DA LAMIR E RÚBRICAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.					
Responsável Técnico: Elsiane Röper Pescini Técnica Laboratorista LAMIR - UFPR	Coordenadora: Dr. Eleonora Maria Gouveia 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

1. SOLICITANTE

Hydropartner

2. DATA DE EMISSÃO

30/03/2017

3. TIPO DE ENSAIO

Análise granulométrica geológica por peneiramento a úmido

Detalhes: Peneiras BERTEL entre as malhas mesh 5 e 325;

4. 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"E

Data da coleta: 31/01

Nº. LAMIR

81/17 39

5. RESULTADOS

Gráfico da distribuição granulométrica acumulada:

Diâmetro de Partículas (mm)	Frequência acumulada (%)
0.032	35
0.100	45
0.32	85
1.00	95
3.2	98
10.00	100

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 VERSÃO ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCELA DO LAMIR E RUBRÍCAS DO RESPONSÁVEL, TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.

Responsável Técnico: Elsiane Oliveira Reschini
 Técnico Laboratorista
 LAMIR - UFPR

Coordenadora: Dr. Eleonora Maria Gouvêa Vasconcellos
 LAMIR - UFPR

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

 UFPR	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÉNCIAS DA TERRA DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA					 LAMIR
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						
<u>CERTIFICADO DE ANÁLISE</u>						
Nº. 2017-0192						
RESULTADOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA GEOLÓGICA POR PENEIRAMENTO						
Cliente:	Hydropartner		Peneiramento	Via úmida		
Material:	Fundo de rio		Equipamento	Peneiras Berle		
Nº Lamir	81/17 39		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	10.56	89.46	
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	66.88	33.16	
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 VERSÃO ORIGINAL SÓ TEM VALIDADE QUANDO ACOMPANHADA DA CHANCIERA DO LAMIR E RUBRÍCAS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO E DO COORDENADOR DO LABORATÓRIO.

Responsável Técnico: **Elisiane Roper Pescini**
 Técnico Laboratorista
 LAMIR - UFPR

Coordenadora: **Dr. Eleonora Maria Gouveia Vasconcelos**
 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).

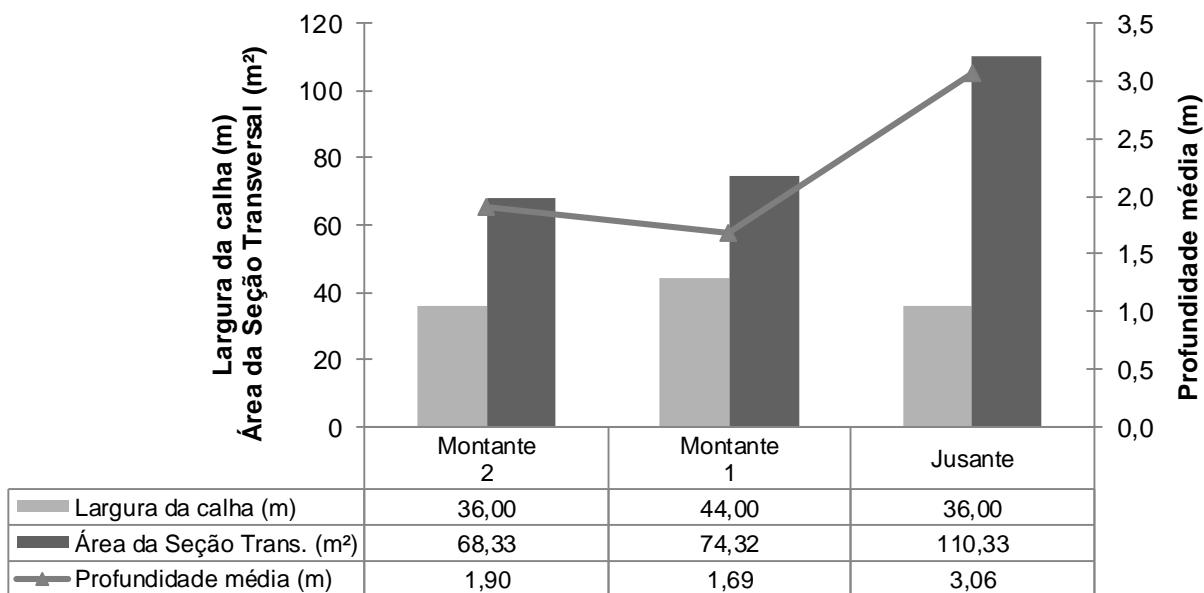


Figura 10 – Demonstrativo da largura da calha e área da seção transversal nas seções amostrais.

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

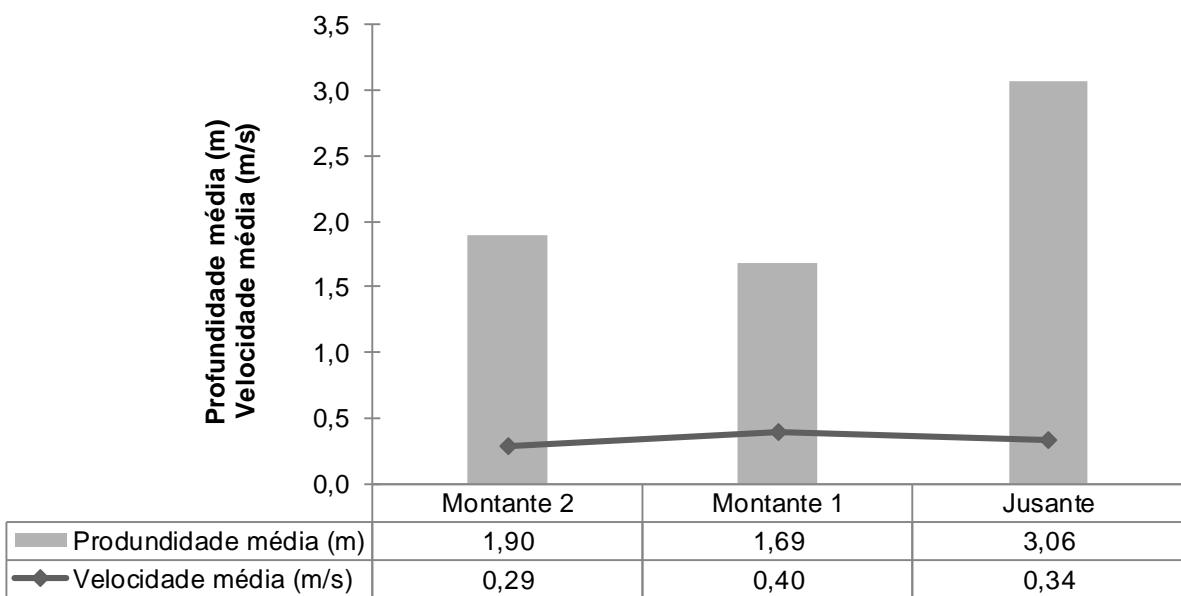


Figura 11 – Profundidade e velocidade médias nas seções amostrais.

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).

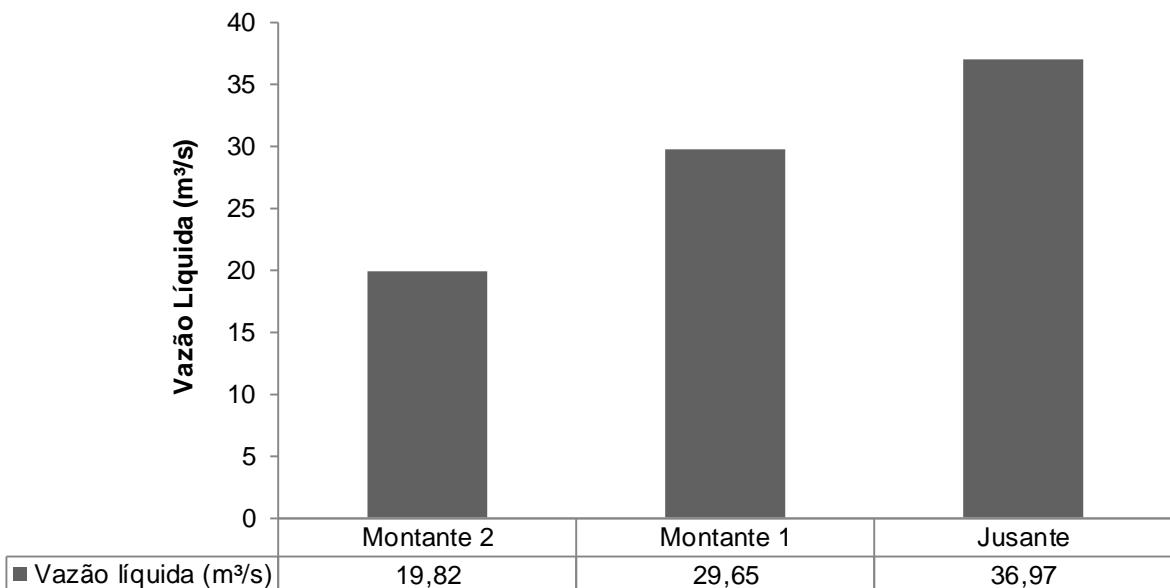


Figura 12 –Vazão medida nas seções amostrais.

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 detritica 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 detritica 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).

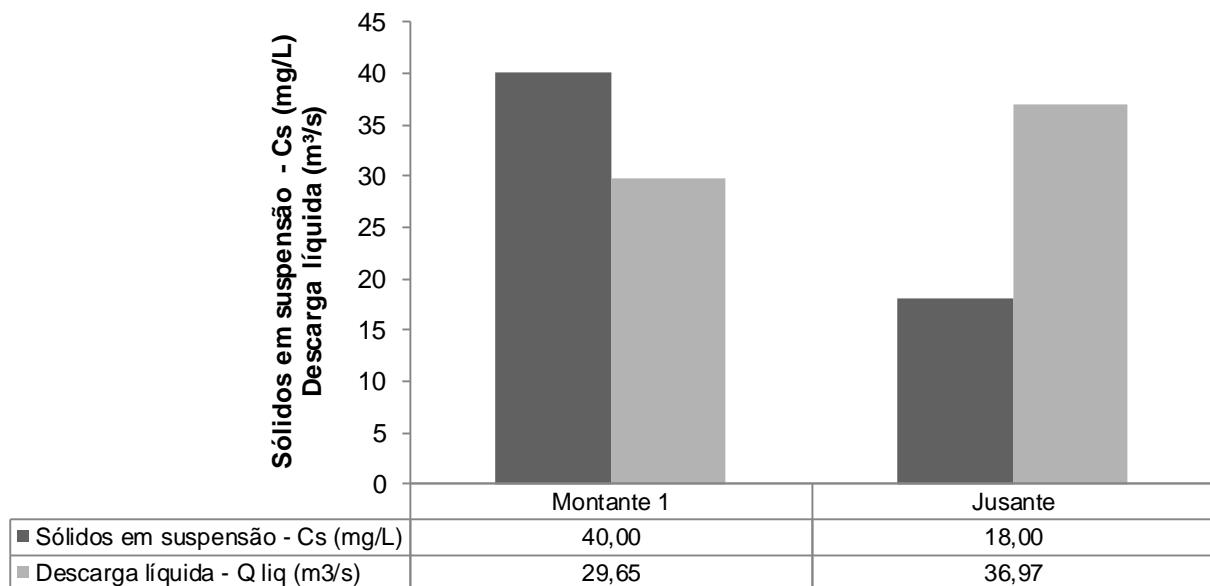


Figura 13 – Descarga líquida e os sólidos em suspensão nasseções amostrais.

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

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

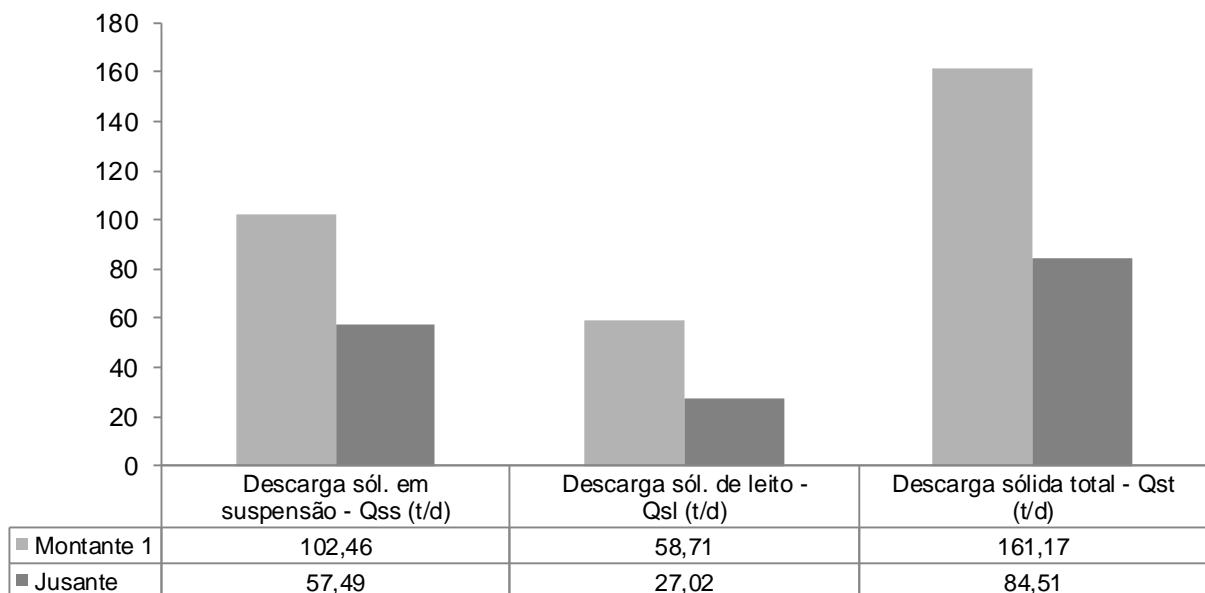


Figura 14 – Variação das descargas sólidas em suspensão, de leito e total nas estações amostrais.

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 (silt + 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.

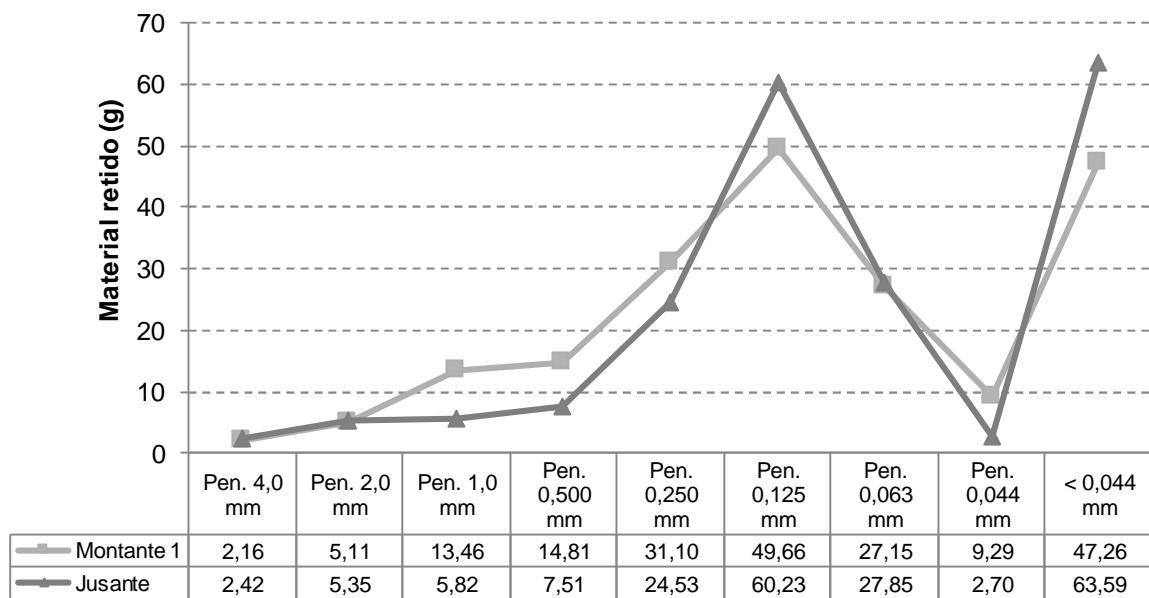


Figura 15 – Distribuição granulométrica do sedimento de leito nas seções amostrais da PCH Castro.

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 águana 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 águana 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 águana estação PCH Castro Jusante, no rio lapó, Castro/PR.



Figura 25 – Referências de nível (RN1 e RN2) da estação PCH Castro Jusante, no rio lapó, 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: Interciênciac, 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 extração 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 lapóamontantedaPCH Castro, Castro/PR, em 31/01/2017.



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



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/lapó		

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 à amostra recebida pelo LPH.

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

Curitiba, 10 de Abril de 2017.


 Alexandre Gregorio
 Químico Responsável
 CRQ 09201604

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



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



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/lapó		

Amostra/Coordenadas/Aproveitamento	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Sólidos Totais Dissalvados (mg/L)	Sólidos Totais à 103°C (mg/L)
Jusante/ 24°43'40,57"S; 50°7'16,06"E	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 01231684