

# UHE SANTO ANTÔNIO



## 2ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 16

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0016-0A

SETEMBRO/2011

## UHE SANTO ANTÔNIO

### 2ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

#### RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 16

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0016-0A

SETEMBRO/2011

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.
0	06/09/11	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS

## ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	2
<b>2.</b>	<b>METAS E ATIVIDADES</b>	4
<b>3.</b>	<b>ANDAMENTO DOS SERVIÇOS</b>	6
<b>3.1.</b>	<b>INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA BÁSICA</b>	7
<b>3.2.</b>	<b>REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA</b>	8
3.2.1.	<u>Medições de Descarga Líquida</u>	8
3.2.2.	<u>Medições de Descarga Sólida</u>	10
3.2.3.	<u>Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão e Total</u>	10
<b>3.3.</b>	<b>ANÁLISES LABORATORIAIS</b>	14
<b>3.4.</b>	<b>OUTROS MONITORAMENTOS</b>	14
3.4.1.	<u>Contagem de Troncos</u>	14
<b>3.5.</b>	<b>BANCO DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS</b>	15
<b>3.6.</b>	<b>OUTRAS ATIVIDADES</b>	15
3.6.1.	<u>Levantamento de Seções Topobatimétricas no Rio Madeira</u>	15
3.6.2.	<u>Monitoramento da Evolução de Margens</u>	16
3.6.3.	<u>Acompanhamento do Serviço de Campo e Laboratório</u>	16

## **1. INTRODUÇÃO**

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

---

Em 25 de maio de 2010, foi celebrado o Contrato CT.DS.PV.023.2010, de Prestação de Serviços de Levantamentos e de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, entre a Santo Antônio Energia S.A e a PCE Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda.

Este contrato tem por objeto a 2ª Etapa do Programa de Levantamentos e de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio iniciada em 1º de maio de 2010, que dá continuidade à 1ª Etapa do Programa, concluída em 30 de abril de 2010, de acordo com o Termo Aditivo ao contrato CT.DS.SP.002.2009, firmado em 18 de março de 2010.

O contrato da 2ª Etapa prevê a emissão mensal de Relatórios de Andamento – RA contendo a descrição dos serviços realizados no âmbito do Programa.

O presente relatório, RA 16, contém a descrição dos serviços realizados entre 1º e 31 de agosto de 2011.

## **2. METAS E ATIVIDADES**

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

---

As atividades a serem realizadas no âmbito da 2ª Etapa do Programa estão agrupadas de acordo com as Metas constantes do Projeto Básico Ambiental da UHE Santo Antônio:

Meta I: Implantação e Operação de Estações Fluviométricas:

- I.2 - Instalação de estação fluviométrica no rio Jaciparaná Montante;
- I.3 - Operação de 8 estações da Rede Fluviométrica Básica;
- I.4 - Operação de 8 estações da Rede Fluviométrica Complementar.

Meta II: Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida:

- II.1 - Medições de QL e QS com amostragem integrada na vertical
  - . Nos grandes rios (Madeira);
  - . Nos pequenos cursos d'água (Jaciparaná).
- II.2 - Medições de QL e QS detalhada;
- II.3 - Cálculo das medições de QS e QL

Meta III: Análises Laboratoriais:

- III.1 - Controle, registro e armazenamento das amostras;
- III.2 - Análises: Concentração, granulometria em suspensão e leito.

Meta IV: Levantamento Topobatimétrico e Coleta de Material do Leito para Análise Granulométrica:

- IV.4 - ST e de AG do leito p/ acompanhamento do leito após a implantação do reservatório.

Meta V: Outros Monitoramentos:

- V.5 - Monitorar a evolução dos trechos com margens erodidas ou potencialmente instáveis.

Meta VI: Banco de Dados Hidrossedimentométricos:

- VI.2 - Manutenção (atualização) do Banco de Dados;
- VI.3 - Análise de Consistência de Dados Hidrossedimentológicos.

Meta VII: Caracterização Espacial do Sedimento Transportado pelo Rio Madeira em Condições Naturais:

- VII.7 - Caracterização do sedimento ao longo do rio Madeira, de Abunã até Humaitá

Meta VIII: Elaboração de Relatórios:

- VIII.1 - Consolidação em relatórios de todos os levantamentos, monitoramentos e análises realizados.

### **3. ANDAMENTO DOS SERVIÇOS**



A seguir descreve-se o andamento dos serviços relativos às atividades desenvolvidas no mês de agosto de 2011.

### **3.1. INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA BÁSICA**

Os serviços relativos à rede fluviométrica incluem a leitura diária de réguas, o nivelamento, instalação ou reinstalação de lances de réguas, a manutenção das estações e seções de medições, além de outras atividades direta ou indiretamente vinculadas ao bom funcionamento dos monitoramentos e levantamentos. Neste sentido, no período foram realizadas as seguintes atividades:

- Prosseguimento da operação de 19 estações instaladas no trecho Abunã - Humaitã no rio Madeira e 2 estações no rio Jaciparaná, com leituras diárias de nível d'água às 07h00 e 17h00 (no rio Jaciparaná apenas uma das estações tem leituras diárias).
- As estações Jusante Caldeirão do Inferno e Montante Cachoeira do Morrinho não estão sendo realizadas as leituras diárias, pois não há observadores nestes locais devido ao remanejamento dos ribeirinhos para o enchimento do reservatório.
- Inspeções e instalações de réguas em diversas estações fluviométricas, como detalhado a seguir:

**Tabela 3.1.  
Instalação e Nivelamento de Réguas e Manutenção de Estações Fluviométricas**

<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Atividade</b>
05/08/11	Abunã	Nivelamento da Régua de Abunã;
06/08/11	Jus. Caldeirão do Inferno / Jaciparaná	Nivelamento da Régua Jusante Caldeirão do Inferno; Inspeção fluviométrica nas estações: Jaciparaná (PCE), Jaciparaná (CPRM), Foz do Jaciparaná, Jusante Cachoeira do Morrinho;
09/08/11	Cujubim	Inspeção fluviométrica em Cujubim;
11/08/11	Papagaio	Inspeção fluviométrica em Papagaio;
15/08/11	Porto Velho	Inspeção fluviométrica na Régua 7;
16/08/11	Porto Velho	Inspeção fluviométrica nas estações: Régua 1 e Régua 10; Manutenção na Régua 1;
17/08/11	Porto Velho	Manutenção na Régua 1; Inspeção fluviométrica na Régua 9;
18/08/11	Porto Velho	Manutenção da Régua 9;
19/08/11	Cachoeira Teotônio	Inspeção das estações: Montante Cachoeira do Teotônio e Jusante Cachoeira do Teotônio;
22/08/11	Cachoeira Teotônio / Porto Velho	Inspeção fluviométrica em Montante Cachoeira do Teotônio; Instalação do lance de régua 8/10 na estação Régua 9;
30/08/11	Jaciparaná / Cachoeira do Morrinho	Instalação de lances de régua nas estações: Foz do Jaciparana e Jusante Cachoeira do Morrinho

## 3.2. REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA

### 3.2.1. Medições de Descarga Líquida

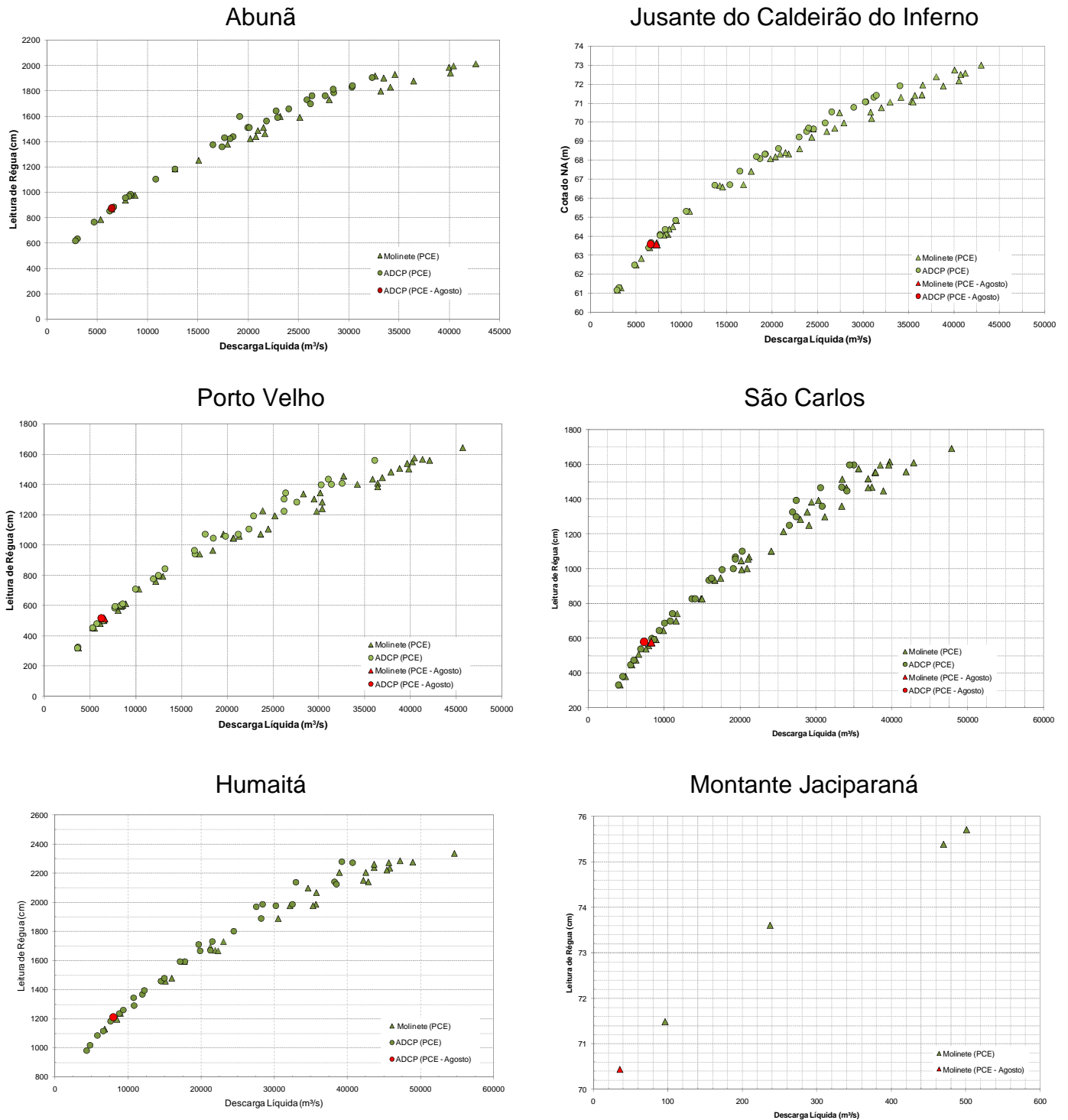
As medições de descarga líquida são realizadas com ADCP e/ou molinete (utiliza-se o método da meia seção). No período de águas altas (dezembro-junho), as medições ocorrem duas vezes ao mês nas estações do rio Madeira e uma vez ao mês na estação de Jaciparaná. No período de estiagem, as medições são realizadas uma vez por mês nas estações do Madeira e bimestralmente no Jaciparaná.

As medições de descarga líquida que aconteceram no período, em cada estação, são apresentadas na Tabela 3.2, enquanto que nos gráficos da Figura 3.1. podem ser visualizadas as medições realizadas nas estações desde o início do monitoramento da PCE, sendo destacadas em vermelho as medições realizadas no período deste relatório.

**Tabela 3.2.**  
**Medições de Descarga Líquida Realizadas em Agosto de 2011**

	<i>Abunã</i>	<i>Jus. Cald. do Inferno</i>	<i>Porto Velho</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Humaitá</i>	<i>Montante Jaciparaná</i>
Molinete	-	02/08/11	08/08/11	10/08/11	-	04/08/11
ADCP	05/08/11	02/08/11	08/08/11	10/08/11	12/08/11	-

Figura 3.1.  
Medições de Descarga Líquida desde o Início do Monitoramento da PCE



### 3.2.2. Medições de Descarga Sólida

Em conjunto com as medições de descarga líquida são realizadas as medições de descarga sólida, com amostragem do sedimento em suspensão e amostragem do material do leito. A amostragem de sedimento em suspensão utiliza o método de integração na vertical, visando à obtenção da concentração de sedimentos em suspensão e a granulometria média na seção transversal, enquanto que a amostragem do leito visa determinar a granulometria do material que compõe a calha do rio. A amostragem de sedimentos em suspensão está sendo realizada com os amostradores AMS-8 (saca) e DH-49 e as amostragens de sedimentos de fundo com o amostrador BM-54.

Paralelamente ao procedimento de amostragem de sedimentos integrada na vertical, é executada a amostragem de sedimentos em suspensão na superfície do rio, nas estações do rio Madeira. Esta amostra é coletada no centro da seção transversal, em garrafa plástica de 500 ml (ou 2000 ml em períodos de estiagem), a uma profundidade de aproximadamente 20 cm. A análise no laboratório determina apenas a concentração de sedimentos em suspensão destas amostras. Com este novo dado se pretende avaliar a correlação entre o fluxo de sedimentos médio na seção transversal e o fluxo de sedimentos na superfície do escoamento. Adicionalmente esta informação pode subsidiar estudos do transporte de sedimentos em suspensão a partir de imagens de satélite.

No mês de julho foram iniciadas as medições de descarga sólida detalhada (amostragem pontual), com a finalidade de caracterizar a distribuição vertical de sedimentos em suspensão ao longo do estirão em estudo. Com este intuito serão realizadas quatro campanhas ao longo do ano hidrológico (enchente, pico da cheia, vazante e estiagem) nas estações Jusante Caldeirão do Inferno, Porto Velho e Humaitá, onde serão coletadas 5 amostras de água ao longo de três verticais.

As medições de descarga sólida realizadas com amostragem integrada na vertical e com amostragem pontual, que aconteceram em agosto de 2011 em cada estação, se visualizam na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3.  
Medições de Descarga Sólida Realizadas com Amostragem Integrada na Vertical e Pontual durante Agosto de 2011**

	<i>Abunã</i>	<i>Jus. Cald. do Inferno</i>	<i>Porto Velho</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Humaitá</i>	<i>Montante Jaciparaná</i>
<b>Integrada</b>	05/08/11	02/08/11	08/08/11	10/08/11	12/08/11	04/08/11
<b>Pontual</b>	-	02/08/11	-	-	-	-

### 3.2.3. Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão e Total

A descarga sólida em suspensão medida é calculada pela expressão:  $Q_{ss} = 0,0864.Q.C$  sendo,  $Q_{ss}$  = descarga sólida em suspensão medida (t/dia);  $Q$  = descarga líquida ( $m^3/s$ );  $C$  = concentração medida (mg/l) e 0,0864 a constante de conversão de unidades.

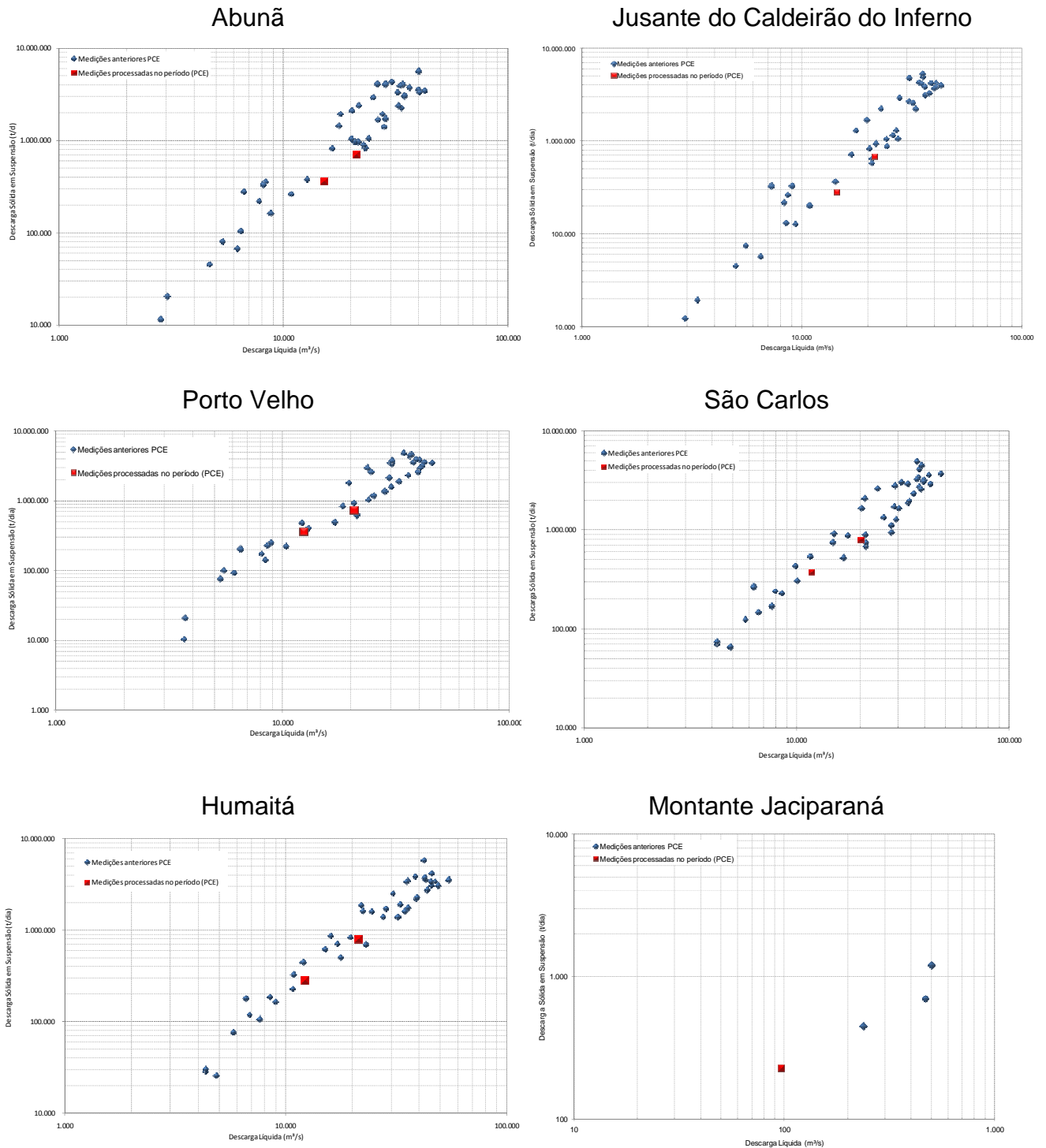
A descarga sólida total é calculada pelo Método Modificado de Einstein (método de Einstein modificado por Colby & Hembree - 1955), segundo o critério do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Os cálculos foram realizados mediante a utilização de um programa computacional desenvolvido por Mendes (2001).

A Tabela 3.4 apresenta as datas cujas descargas sólidas foram calculadas em agosto de 2011. Os gráficos da Figura 3.2. e Figura 3.3. apresentam as curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total para cada estação, sendo destacadas em vermelho as medições realizadas no período deste relatório.

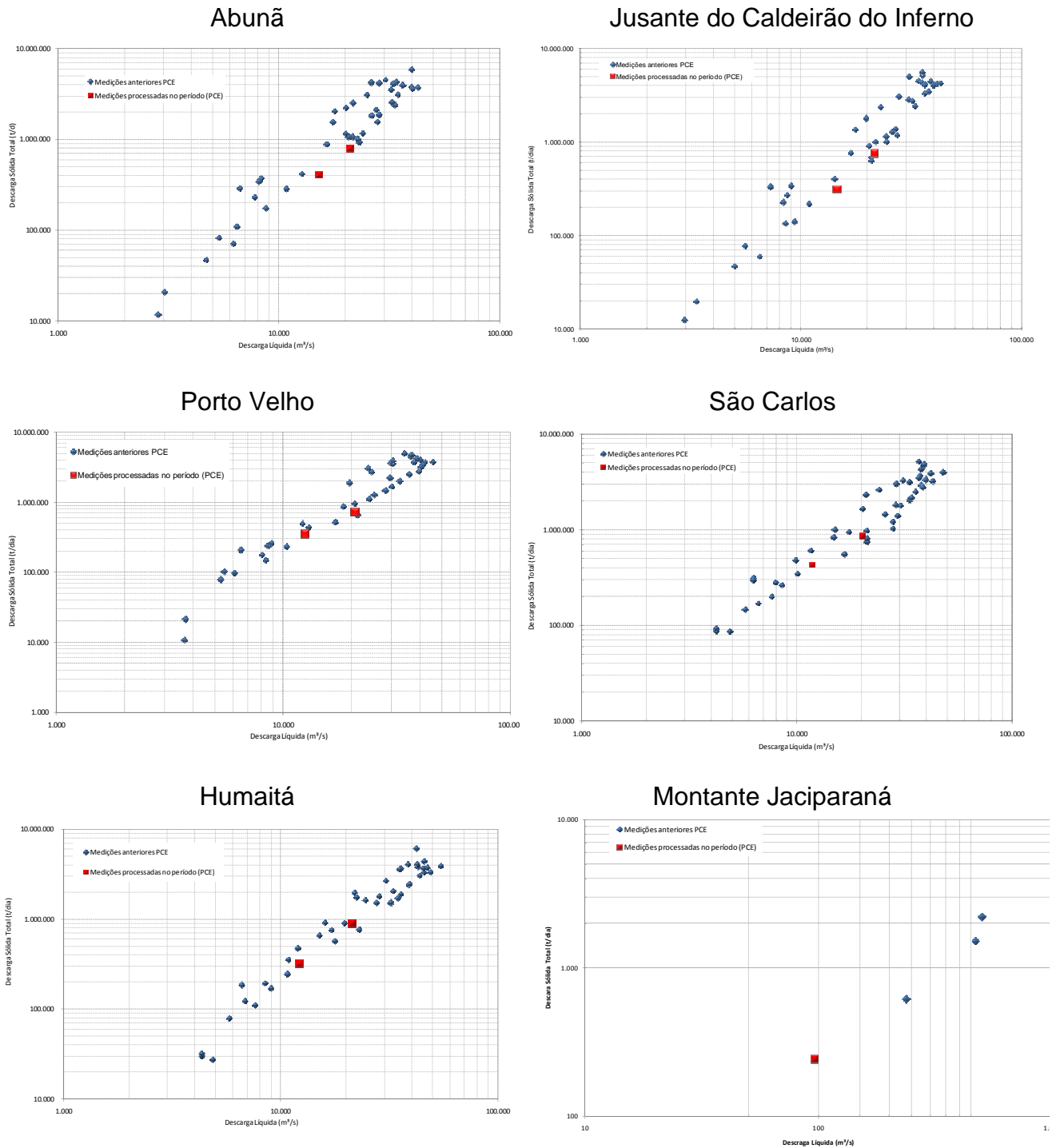
**Tabela 3.4.  
Descargas Sólidas Calculadas em Agosto de 2011**

	<i>Abunã</i>	<i>Jus. Cald. do Inferno</i>	<i>Porto Velho</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Humaitá</i>	<i>Montante Jaciparaná</i>
Descarga Sólida	02/06/11	03/06/11	06/06/11	08/06/11	10/06/11	
em Suspensão	14/06/11	15/06/11	22/06/11	29/06/11	01/07/11	-
Descarga Sólida	02/06/11	03/06/11	06/06/11	08/06/11	10/06/11	
Total	14/06/11	15/06/11	22/06/11	29/06/11	01/07/11	-

Figura 3.2.  
Curvas-chave de Descarga Sólida em Suspensão



**Figura 3.3.**  
**Curvas-chave de Descarga Sólida Total**



### 3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

No período deste relatório, foram finalizadas 3 análises de sedimentos em suspensão (amostragem integrada), 6 análises de sedimentos do leito e 2 análises de sedimentos em suspensão (amostragem pontual), listadas a seguir, na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5.  
Análises Laboratoriais Realizadas em Agosto de 2011**

	<i>Abunã</i>	<i>Jus. Cald. do Inferno</i>	<i>Porto Velho</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Humaitá</i>	<i>Montante Jaciparaná</i>
Sedimentos em Suspensão	07/07/11	09/07/11	20/07/11	-	-	-
Sedimentos em Susp. (pontual)	-		20/07/11	-	30/07/11	-
Sedimentos do Leito	05/08/11	02/08/11	20/07/11	25/07/11	30/07/11	04/08/11

Além das análises convencionais, este mês tiveram início as análises granulométricas do sedimento do leito das seções topobatimétricas para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira. Durante o mês de julho foram coletadas as amostras (3 amostras por seção, em 41 seções transversais) e no mês de agosto foram realizadas as análises granulométricas das seções topobatimétricas listadas na Tabela 3.6.

**Tabela 3.6.  
Análises Granulométricas do Material do Leito Realizadas em Agosto de 2011**

ST 157,1	ST 262,1	ST 307,6	ST 343,5
ST 165,8	ST 264,7	ST 318,8	ST 350,0
ST 201,6	ST 267,0	ST 324,7	ST 356,4
ST 280,4	ST 288,8	ST 334,3	ST 361,5
ST 255,1	ST 294,7	ST 338,2	ST 370,9
ST 256,0	ST 301,8	ST 343,5	ST 375,5

Cabe destacar que este serviço de análises granulométricas foi priorizado, em detrimento das análises de sedimento em suspensão da superfície do escoamento. Por este motivo, não foram analisadas amostras de concentração na superfície durante o mês de agosto. No próximo mês, o andamento das análises voltará ao ritmo normal de trabalho.

### 3.4. OUTROS MONITORAMENTOS

#### 3.4.1. Contagem de Troncos

Entre os dias 22 e 26 de agosto de 2011, foi realizada a campanha de contagem de troncos na seção de controle de Porto Velho (a jusante da régua R7), visando estimar a



quantidade de troncos transportados pelo Rio Madeira na superfície. O resumo dos dados coletados encontra-se na Tabela 3.7.

**Tabela 3.7.**  
**Campanha de Contagem de Troncos Realizada em Agosto de 2011**

Campanha	Data	Cota Início	Cota Fim	Margem Direita				Margem Esquerda			
				Quantidade				Quantidade			
				Peq.	Médio	Grande	Total	Peq.	Médio	Grande	Total
<b>PORTO VELHO</b>											
40ª Campanha	22-ago-11	3,96	3,94	2	0	0	2	1	0	0	1
	23-ago-11	3,83	3,80	0	0	0	0	0	0	0	0
	24-ago-11	3,72	3,70	0	0	0	0	0	0	0	0
	25-ago-11	3,62	3,56	0	0	0	0	2	0	0	2
	26-ago-11	3,52	3,40	1	1	0	2	0	0	0	0

### 3.5. BANCO DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS

O banco de dados hidrossedimentométricos do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio (2da. Etapa) contém informações de leituras de réguas, medições de descarga líquida, medições de descarga sólida, perfis batimétricos dos cursos de água, amostras de sedimentos em suspensão, amostras de sedimentos do leito e análises laboratoriais, além dos principais resultados obtidos nos estudos hidrossedimentológicos básicos do projeto.

Cabe informar que na medida em que estes dados são processados e consistidos, os mesmos são armazenados de forma tabular, em meio digital. Adicionalmente, as principais informações hidrossedimentológicas das estações fluviométricas Abunã, Jus. Caldeirão do Inferno, Porto Velho, São Carlos, Humaitá e Jaciparaná são gravadas em formato Access e inseridos no software HIDRO com o intuito de atender as demandas da Resolução N°465, de 11 de Agosto de 2008, da Agência Nacional de Águas (ANA).

Neste sentido, cabe informar que em 11 de fevereiro de 2011 estas informações foram enviadas em meio digital para a Agência Nacional de Águas, junto com a ficha descritiva de cada estação fluviométrica. Em 21 de julho, a ANA respondeu ao email da PCE solicitando algumas alterações no arquivo enviado. As alterações foram concluídas e os dados foram novamente enviados para a ANA no dia 26 de julho. Ainda não houve um novo contato de parte desta Agência Reguladora.

### 3.6. OUTRAS ATIVIDADES

#### 3.6.1. Levantamento de Seções Topobatimétricas no Rio Madeira

Uma das atividades propostas na 2ª. Etapa do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico consiste no "Levantamento Topobatimétrico e Coleta de Material

do Leito para Análise Granulométrica”. Neste contexto foi realizado o levantamento de 41 seções batimétricas no rio Madeira (21 seções no trecho do futuro reservatório e 20 seções no trecho entre Porto Velho e Humaitá). Os resultados deste serviço foram apresentados no Relatório R6 “Levantamento Topobatimétrico do Rio Madeira para Acompanhamento da Evolução do Leito” (PJ0777-X-H41-GR-RL-0006-0A) emitido em 16/08/2011.

### 3.6.2. Monitoramento da Evolução de Margens

Dando continuidade o desenvolvimento da atividade “Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis” foi realizado no período julho/agosto o levantamento topográfico das margens do rio Madeira nos 17 locais de monitoramento, os quais foram previamente selecionados, conforme consta no Relatório PJ0777-X-H41-GR-RL-0004-0A, emitido em Março/2011.

Um relatório específico deste serviço foi finalizado na última semana de agosto, sendo que a emissão do mesmo ocorrerá nos primeiros dias de setembro.

### 3.6.3. Acompanhamento do Serviço de Campo e Laboratório

Entre os dias 01 e 5 de agosto, o consultor da PCE Newton Carvalho esteve em Porto Velho para acompanhamento dos serviços de campo e laboratório.

O consultor participou da Medição Convencional (Amostragem Integrada na Vertical) e Amostragem Pontual em Jusante Caldeirão do Inferno, juntamente com as funcionárias da SAE, Bárbara e Ana Paula. Na ocasião, o engenheiro da PCE observou o procedimento da amostragem pontual, o desempenho do amostrador e os procedimentos de análise das amostras pontuais.

**Figura 3.4.**  
**Acompanhamento da Amostragem Pontual**

