

# UHE SANTO ANTÔNIO



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

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 23

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0023-0A

ABRIL/2012

## 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 23

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0023-0A

ABRIL/2012

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.
0	16/04/2012	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS

## ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2.</b>	<b>METAS E ATIVIDADES</b>	03
<b>3.</b>	<b>ANDAMENTO DOS SERVIÇOS</b>	05
<b>3.1.</b>	<b>INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA BÁSICA</b>	06
<b>3.2.</b>	<b>REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA</b>	07
3.2.1.	<u>Medições de Descarga Líquida</u>	07
3.2.2.	<u>Medições de Descarga Sólida</u>	10
3.2.3.	<u>Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão e Total</u>	11
<b>3.3.</b>	<b>ANÁLISES LABORATORIAIS</b>	14
<b>3.4.</b>	<b>OUTROS MONITORAMENTOS</b>	14
3.4.1.	<u>Monitoramento das Condições Hidrodinâmicas do Rio Madeira a Jusante da UHE Santo Antônio</u>	14
<b>3.5.</b>	<b>BANCO DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS</b>	15

## **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.

Em 24 de outubro de 2011, a SAE e a PCE celebraram o Primeiro Termo Aditivo ao Contrato de Prestação de Serviços para a 2ª Etapa do Programa de Levantamento e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, no município de Porto Velho-RO, com vigência até 30 de janeiro de 2012.

Em 15 de março de 2012 acordou-se o Segundo Termo Aditivo ao Contrato de Prestação de Serviços para a 2ª Etapa do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira, que prorroga o prazo do contrato até 30 de abril de 2012.

O presente relatório, RA 23, contém a descrição dos serviços realizados entre 1º e 31 de março de 2012.

## **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 março de 2012.

### **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 16 estações instaladas no trecho compreendido entre a confluência dos rios Beni e Mamoré (próximo a Nova Mamoré) até Humaitá 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).
- Na estação Jusante Caldeirão do Inferno não estão sendo realizadas as leituras diárias, pois não há observador neste local devido ao remanejamento dos ribeirinhos para o enchimento do reservatório. No entanto, a partir do dia 11/11/2011 a estação telemétrica instalada no local começou a transmitir dados de leituras limnimétricas a cada 15 minutos.
- Inspeções e instalações de réguas em diversas estações fluviométricas, como detalhado a seguir, na Tabela 3.1.:

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

<b>Data</b>	<b>Local</b>	<b>Atividade</b>
06/03/12	Cujubim	Inspeção fluviométrica em Cujubim;
07/03/12	São Carlos	Inspeção fluviométrica em São Carlos;
08/03/12	Nazaré / Papagaio	Inspeção fluviométrica em Nazaré e Papagaio;
09/03/12	Humaitá	Inspeção fluviométrica em Humaitá;
13/03/12	Jusante Cachoeira Madeira II	Inspeção fluviométrica em Jusante Cachoeira Madeira II; Instalação do lance de régua 14/16;
14/03/12	Abunã	Inspeção fluviométrica em Abunã;
15/03/12	Jusante Caldeirão do Inferno	Inspeção fluviométrica em Jusante Caldeirão do Inferno;
16/03/12	Jaciparaná	Inspeção fluviométrica em Jaciparaná Vila; Instalação de dois lances de régua;
22/03/12	São Carlos / Humaitá	Nivelamento das réguas de São Carlos e Humaitá;
27/03/12	Jusante Caldeirão do Inferno	Nivelamento das réguas de Jusante Caldeirão do Inferno;

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

28/03/12	Cachoeira do Morrinho / Cachoeira do Teotônio	Nivelamento das réguas de Jusante Cachoeira do Morrinho e Montante Cachoeira do Teotônio; Instalação do lance de régua 16/17 em Jusante Cachoeira do Morrinho
29/03/12	Porto Velho	Nivelamento das réguas da R7;

### 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 Montante Jaciparaná. No período de estiagem, as medições são realizadas uma vez por mês nas estações do Madeira e bimestralmente no Jaciparaná. A partir do mês de Dez/2011 a frequência de medições na estação Abunã foi alterada para 1 (uma) medição por mês de acordo ao que consta na Proposta Técnica da 3ª. Etapa do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira.

As medições de descarga líquida que aconteceram no período, em cada estação, são apresentadas na Tabela 3.2., enquanto que nos gráficos da Figura 3.2. se visualizam 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 Março de 2012**

	<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	-	15/03/12 29/02/12	05/03/12 19/03/12	07/03/12 21/03/12	23/03/12	01/03/12** 16/03/12
ADCP	14/03/12	15/03/12	05/03/12	07/03/12	09/03/12	-

**Observação:**

\*\* A medição de Montante Jaciparaná relativa ao mês de fevereiro foi realizada no dia 1º de março, razão pela qual constam duas medições neste relatório.

Como se observa na tabela anterior, no mês de março houve apenas uma medição de descarga líquida com ADCP em cada estação, devido a problemas com este equipamento. Primeiramente verificou-se que os componentes físicos do mesmo estavam em bom estado e funcionando e, posteriormente, procedeu-se a avaliar a configuração do equipamento, dando especial ênfase aos comandos de configuração das medições e ao software de configuração do próprio equipamento. Optou-se por atualizar o software de configuração do próprio equipamento (*firmware*). Desta forma o problema foi resolvido.

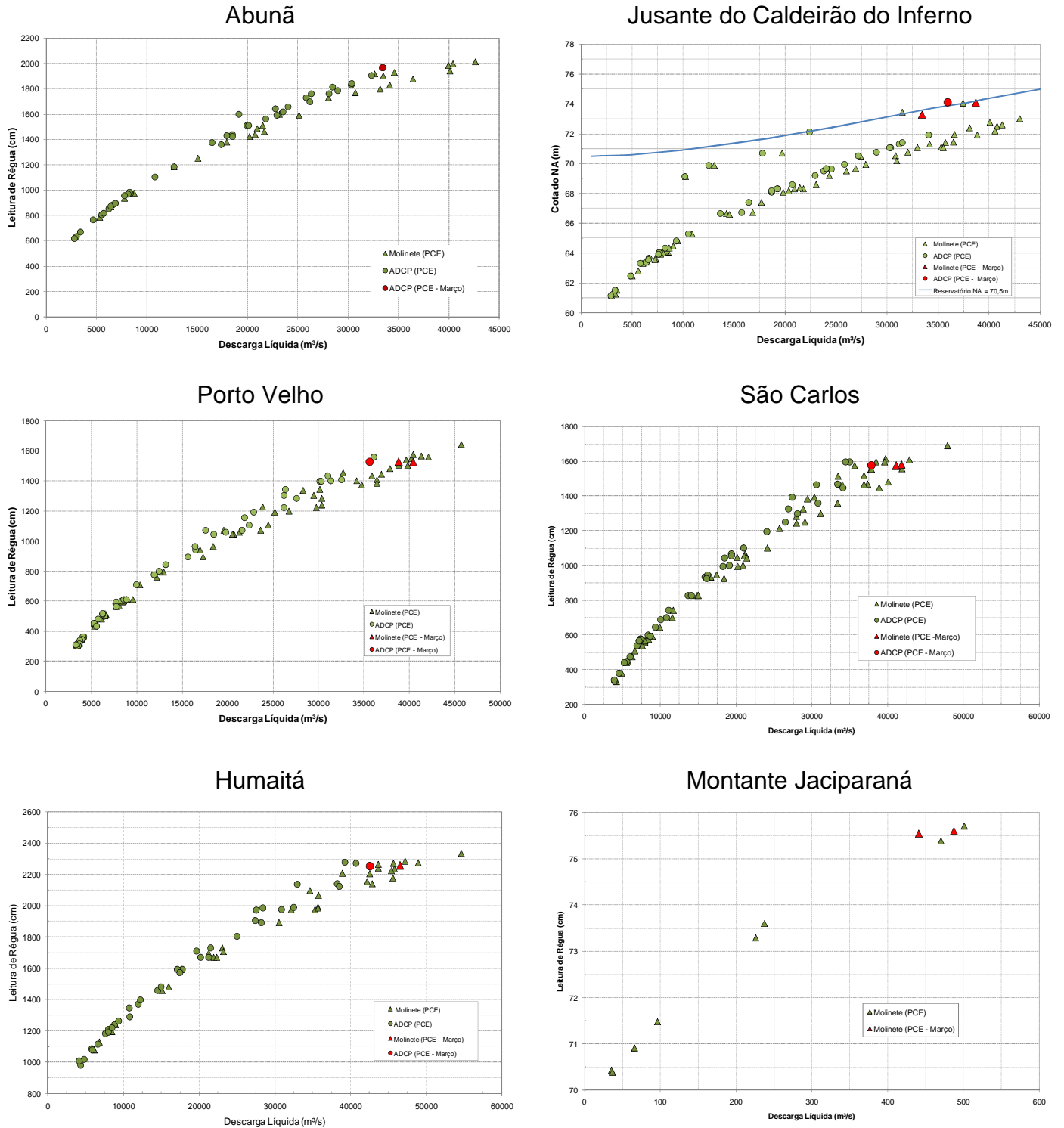
Na Figura 3.2. destaca-se o comportamento dispar das medições realizadas durante os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março na estação Jusante Caldeirão do Inferno,

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

---

devido ao enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio, conforme previsto nos estudos de modelagem unidimensional realizados. Neste sentido destaca-se que durante o mês de março o nível do reservatório não ficou estável na cota 70,5m, mas que variou entre a cota 69,6m e a cota 70,3m. Nesta mesma figura apresenta-se mediante uma linha azul a curva de remanso calculada mediante o uso do modelo numérico HEC-RAS.

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 D-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/2011 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 março de 2012 em cada estação, se visualizam na Tabela 3.3.

**Tabela 3.3.  
Medições de Descarga Sólida Realizadas com Amostragem Integrada na Vertical durante Março de 2012**

	<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>	14/03/12	15/03/12 29/02/12	05/03/12 19/03/12	07/03/12 21/03/12	09/03/ 23/03/12	01/03/12** 16/03/12
<b>Pontual</b>	-	15/03/12	05/03/12	-	09/03/12	-

**Observação:**

\*\* A medição de Montante Jaciparaná relativa ao mês de fevereiro foi realizada no dia 1º de março, razão pela qual constam duas medições neste relatório.

### 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 fevereiro de 2012. 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 Março de 2012**

	<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 em Suspensão	19/01/12	18/01/12	23/01/12	25/01/12	13/01/12 27/01/12	17/01/12
Descarga Sólida Total	19/01/12	18/01/12	23/01/12	25/01/12	13/01/12 27/01/12	17/01/12

**Figura 3.2.**  
**Curvas-chave de Descarga Sólida em Suspensão**

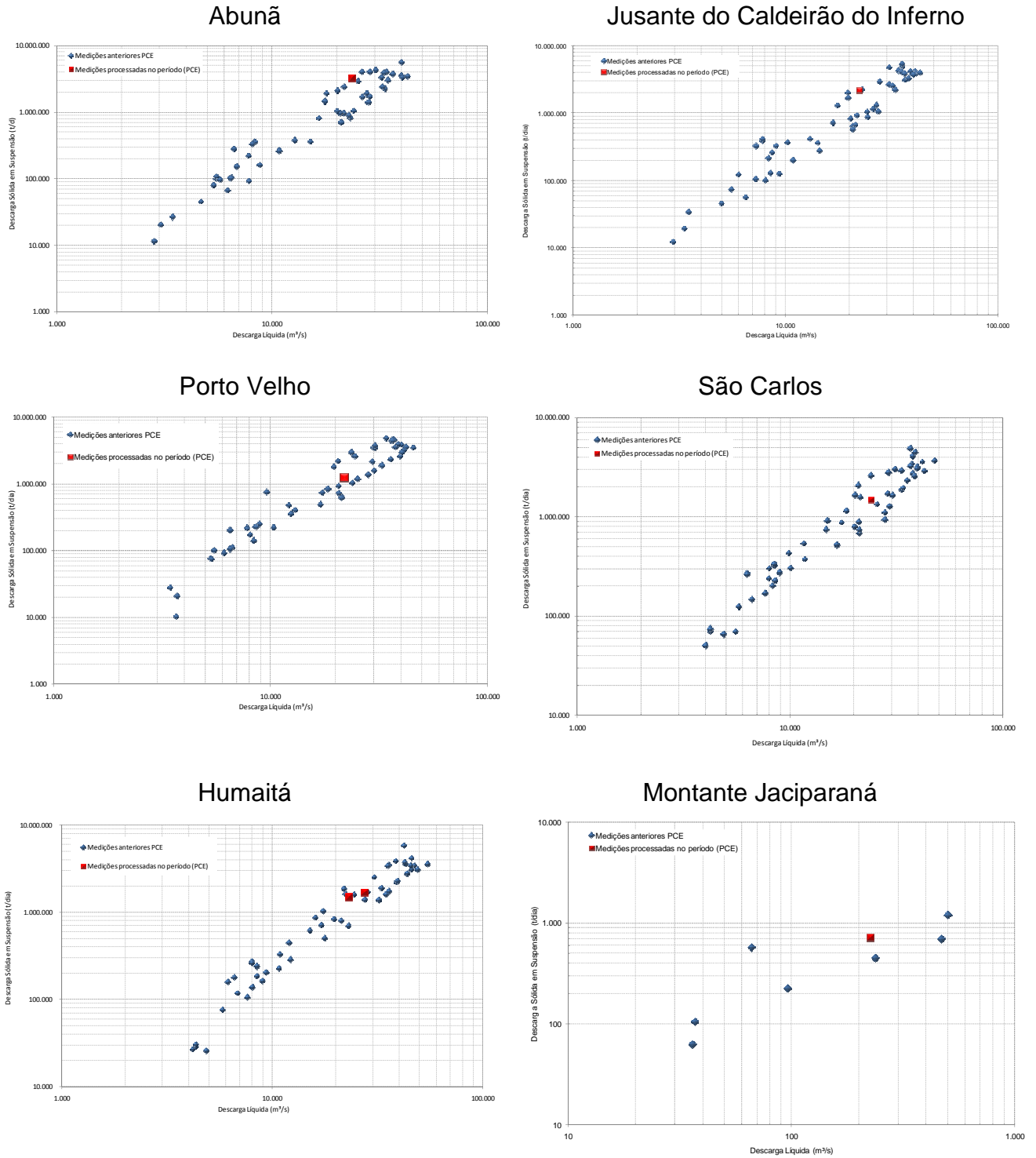
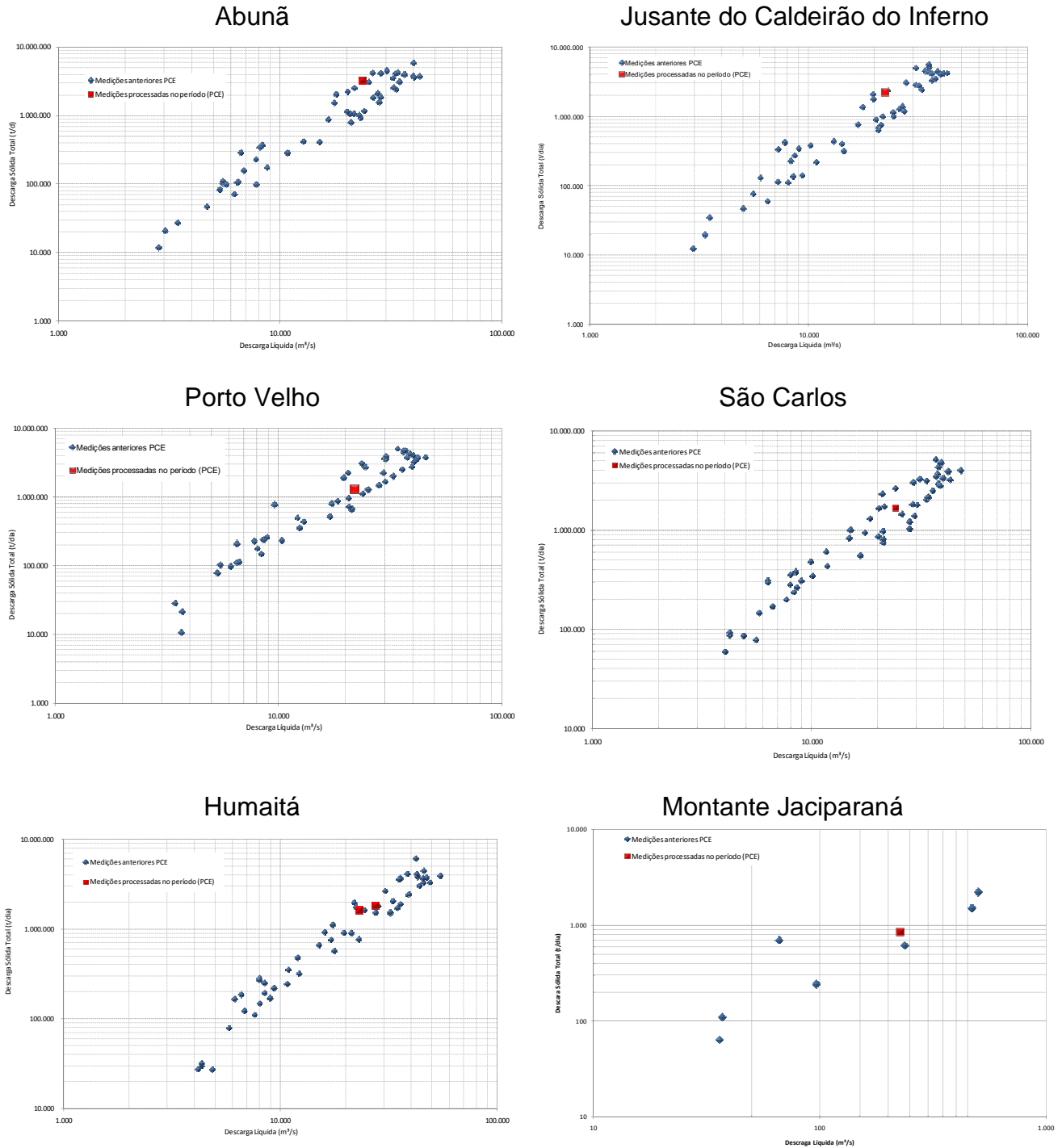


Figura 3.3.  
Curvas-chave de Descarga Sólida Total





### 3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

No período deste relatório, foram finalizadas 11 análises de sedimentos em suspensão (amostragem integrada), 2 análises pontuais de sedimentos em suspensão, 06 análises de concentração de sedimentos em suspensão (amostragem na superfície) e 03 análises de sedimentos do leito, listadas a seguir, na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5.  
Análises Laboratoriais Realizadas em Março de 2012**

	<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	14/02/12	15/02/12	23/01/12 06/02/12 17/02/12	25/01/12 23/02/12	27/01/12 10/02/12 25/02/12	01/03/12
Concentração na Superfície	-	29/02/12	17/02/12 05/03/12	23/02/12 07/3/12	25/02/12	-
Sedimentos em Suspensão (Pontual)	-	-	05/03/12	-	09/03/12	-
Sedimentos do Leito	14/02/12	-	-	23/02/12	10/12/12	-

### 3.4. OUTROS MONITORAMENTOS

#### 3.4.1. Monitoramento das Condições Hidrodinâmicas do Rio Madeira a Jusante da UHE Santo Antônio

Com o intuito de melhorar o entendimento sobre a questão dos processos erosivos e desbarrancamentos na margem direita do rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio foi iniciado em 10 de Janeiro/2012 o acompanhamento das condições hidrodinâmicas deste curso d'água em 4 (quatro) seções transversais localizadas neste trecho: ST 257,0, ST 256,0, ST 255,1 e Cai n'Água. Posteriormente, em fevereiro, foi incorporada uma nova seção de monitoramento localizada logo a montante da ponte da BR-319.

Em cada seção de monitoramento são realizadas medições semanais com ADCP e ecobatímetro, de forma a caracterizar o perfil batimétrico da seção e verificar a intensidade e direção da velocidade do escoamento. Além dessas medições é feito o monitoramento diário da oscilação dos níveis d'água e da frequência destas oscilações nestes mesmos locais.

Os resultados destes levantamentos (incluindo os dados até o dia 22 de fevereiro) foram sumarizados na Nota Técnica "Monitoramento da Oscilação do Nível d'Água no rio Madeira a jusante da Usina", a qual foi encaminhada à SAE com o intuito de atender o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) e demais instituições reguladoras que solicitarem um parecer técnico sobre o tema.

### **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 (2ª 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).

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.