

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 02

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0002-0A

JULHO/2010

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 02

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0002-0A

JULHO/2010

| | | | | | |
|------|------------|-----------------|---------|-------|--------|
| 0 | 30/07/2010 | EMISSÃO INICIAL | FBM/MAS | EFM | JCS |
| REV. | DATA | DESCRIÇÃO | ELAB. | VISTO | APROV. |

ÍNDICE

| <i>Item</i> | <i>Assunto</i> | <i>Página</i> |
|---------------|---|---------------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 2 |
| 2. | METAS E ATIVIDADES | 4 |
| 3. | ANDAMENTO DOS SERVIÇOS | 6 |
| 3.1. | INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA BÁSICA | 7 |
| 3.2. | REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA | 8 |
| 3.2.1. | <i><u>Medições de Descarga Líquida</u></i> | 8 |
| 3.2.2. | <i><u>Medições de Descarga Sólida</u></i> | 10 |
| 3.2.3. | <i><u>Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão e Total</u></i> | 10 |
| 3.3. | ANÁLISES LABORATORIAIS | 13 |
| 3.4. | OUTROS MONITORAMENTOS | 13 |
| 3.4.1. | <i><u>Contagem de Troncos</u></i> | 13 |
| 3.5. | BANCO DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS | 13 |
| 3.6. | OUTRAS ATIVIDADES | 14 |
| 3.6.1. | <i><u>Serviço Hidrológico “Levantamento da Linha d’Água</u></i> | 14 |

1. INTRODUÇÃO

**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 02, contém a descrição dos serviços realizados entre 1º e 30 de junho de 2010.

2. METAS E ATIVIDADES

**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 junho de 2010.

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 das 23 estações instaladas no trecho Abunã - Humaitá no rio Madeira e 2 estações no rio Jaciparaná, com leituras diárias de nível d'água às 07h00 e 17h00.
- Neste período ocorreram 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**

| Data | Local | Atividade |
|-------------|--|---|
| 01/06/10 | Abunã | Nivelamento da régua de Abunã; |
| 02/06/10 | Jaciparaná | Nivelamento das réguas: Foz do Jaciparaná e Jaciparaná; |
| 03/06/10 | Jus. Cald. Inferno | Nivelamento da régua de Jusante do Caldeirão do Inferno; |
| 04/06/10 | Cach. Morrinho/ Cach. Teotônio/ Pedral | Nivelamento das réguas: Cachoeira do Morrinho Montante, Cachoeira do Morrinho Jusante, Pedral Jusante, Cachoeira do Teotônio Montante II, Cachoeira do Teotônio Montante; |
| 08/06/10 | Porto Velho | Nivelamento da régua de Porto Velho; |
| 09/06/10 | Cujubim / São Carlos | Inspeção das réguas: Cujubim e São Carlos; |
| 10/06/10 | Porto Velho | Instalação de lances de régua nas réguas R-9 e R-4; |
| 14/06/10 | Porto Velho | Instalação de lance de régua na R-10; |
| 16/06/10 | Jaciparaná | Nivelamento fluviométrica em Jaciparaná; |
| 17/06/10 | Jaciparaná | Inspeção fluviométrica na estação Foz do Jaciparaná e reinstalação do lance 8/10; |
| 21/06/10 | Porto Velho | Inspeção fluviométrica na R 10; |
| 23/06/10 | São Carlos / Humaitá | Inspeção fluviométrica em São Carlos, Papagaios e Humaitá |
| 28/06/10 | Porto Velho | Inspeção fluviométrica na R 4; |

3.2. REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA

3.2.1. Medições de Descarga Líquida

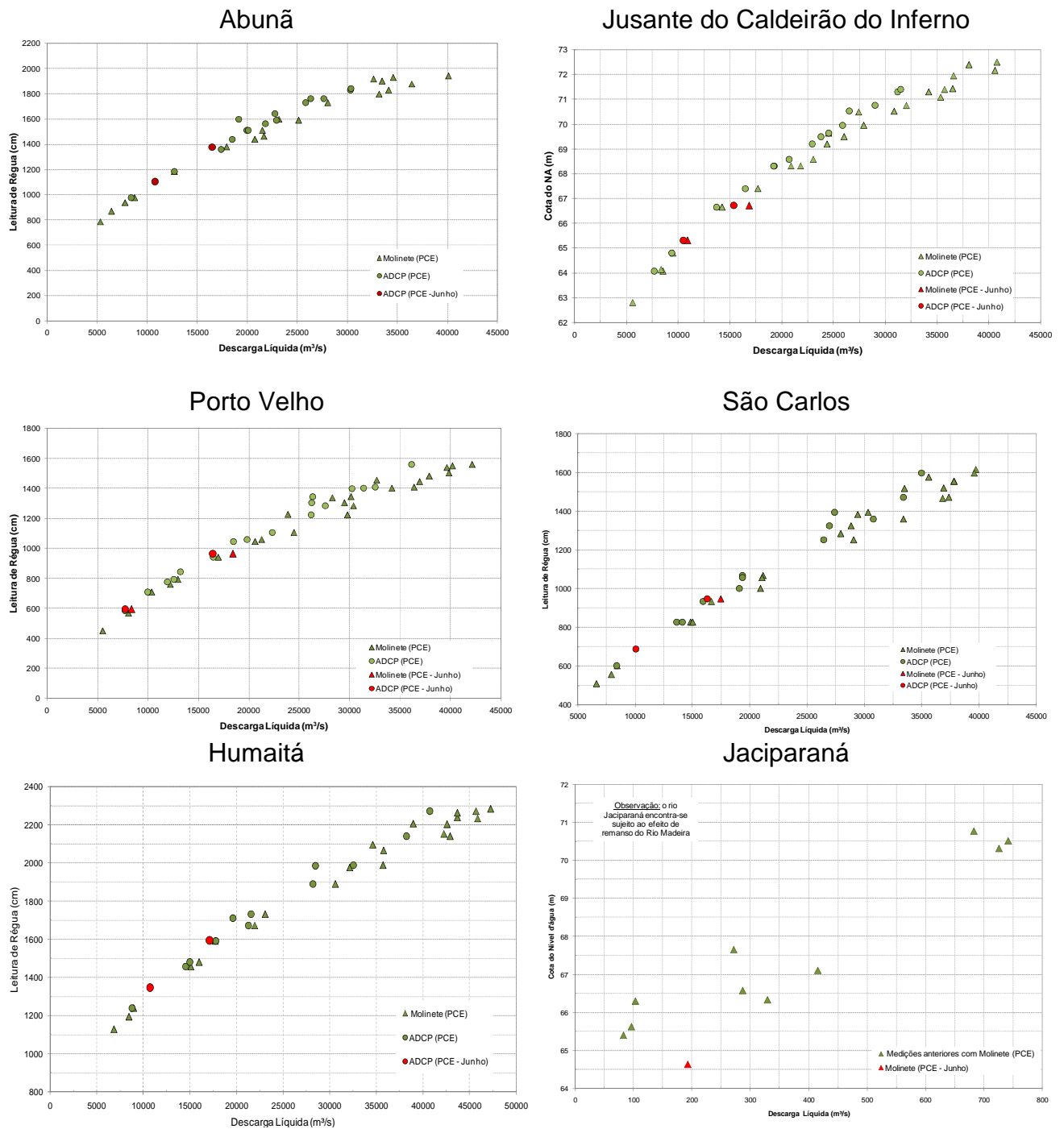
As medições de descarga líquida são realizadas com ADCP e/ou molinete (utiliza-se o método da meia seção). No período de águas altas (dezembro-junho), as medições ocorrem duas vezes ao mês nas estações do rio Madeira e uma vez ao mês na estação de Jaciparaná. No período de estiagem, as medições são realizadas 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 Junho de 2010**

| | <i>Abunã</i> | <i>Jus. Cald. do Inferno</i> | <i>Porto Velho</i> | <i>São Carlos</i> | <i>Humaitá</i> | <i>Jaciparaná</i> |
|----------|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| Molinete | - | 3/6 | 8/6 | 10/6 | - | 16/6 |
| | - | 17/6 | 29/6 | - | - | - |
| ADCP | 1/6 | 3/6 | 8/6 | 10/6 | 12/6 | - |
| | 15/6 | 17/6 | 29/6 | 22/6 | 24/6 | - |

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 de concentração de sedimentos em suspensão e a granulometria média na vertical, 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.

As medições de descarga sólida que aconteceram em junho de 2010, em cada estação, se visualizam na Tabela 3.2.

**Tabela 3.2.
Medições de Descarga Sólida Realizadas em Junho de 2010**

| <i>Abunã</i> | <i>Jus. Cald. do Inferno</i> | <i>Porto Velho</i> | <i>São Carlos</i> | <i>Humaitá</i> | <i>Jaciparaná</i> |
|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 1/6 | 3/6 | 8/6 | 10/6 | 12/6 | 16/6 |
| 15/6 | 17/6 | 29/6 | 22/06 | 24/6 | - |

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 3.3 apresenta as datas cujas descargas sólidas foram calculadas em junho de 2010. Os gráficos da Figura 3.2 e Figura 3.3 apresentam as curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total, calculadas pela PCE para cada estação, sendo destacadas em vermelho as medições realizadas no período deste relatório.

**Tabela 3.3.
Descargas Sólidas Calculadas em Junho 2010**

| | <i>Abunã</i> | <i>Jus. Cald. do Inferno</i> | <i>Porto Velho</i> | <i>São Carlos</i> | <i>Humaitá</i> | <i>Jaciparaná</i> |
|-----------------|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| Descarga Sólida | 27/04/10 | 29/04/10 | 19/04/10 | 21/04/10 | 23/04/10 | 30/04/10 |
| em Suspensão | 04/05/10 | 06/05/10 | 10/05/10 | - | - | - |
| Descarga Sólida | 27/04/10 | 29/04/10 | 19/04/10 | 21/04/10 | 23/04/10 | 30/04/10 |
| Total | 04/05/10 | 06/05/10 | 10/05/10 | - | - | - |

Figura 3.2.
Curvas-chave de Descarga Sólida em Suspensão

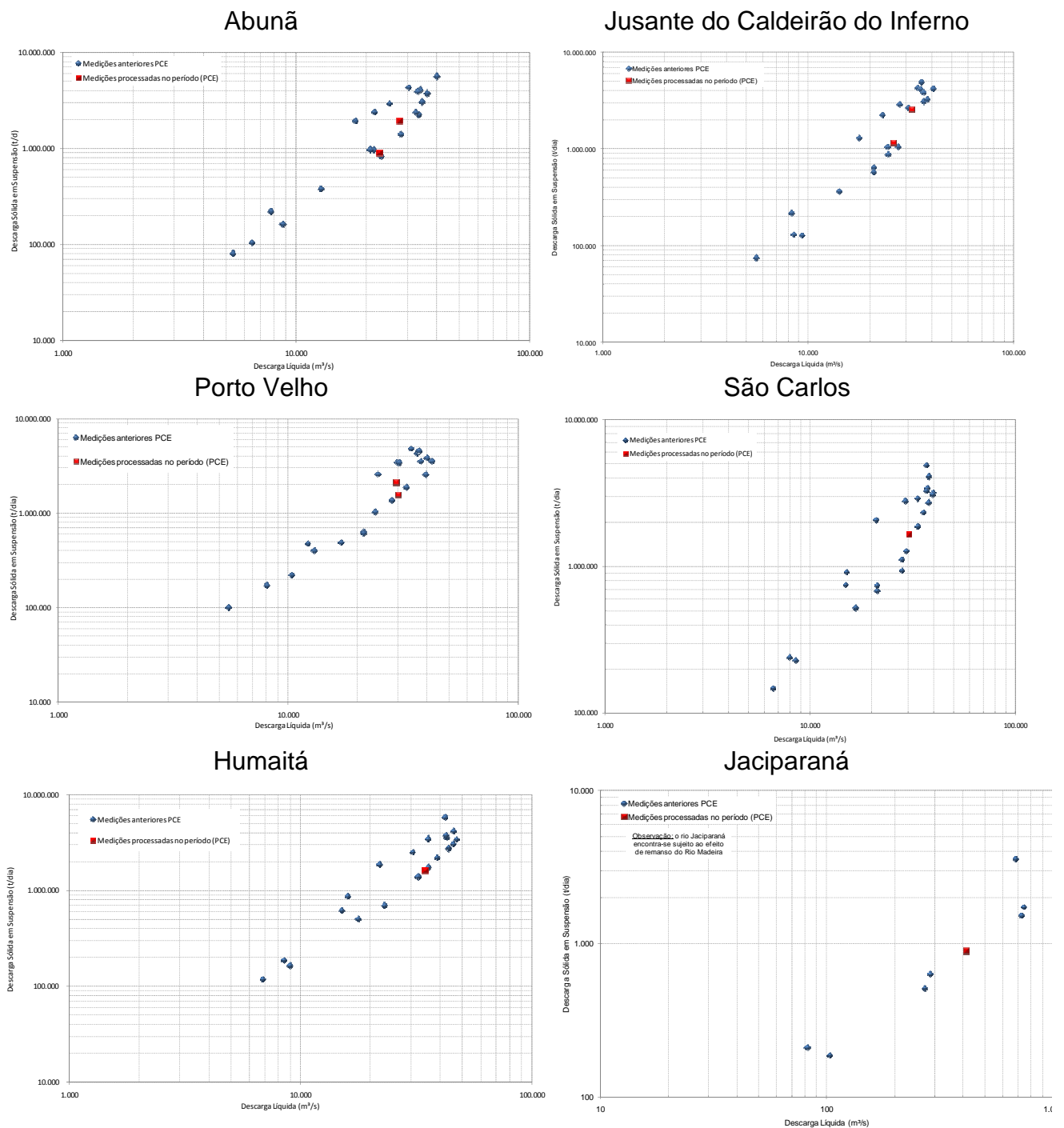
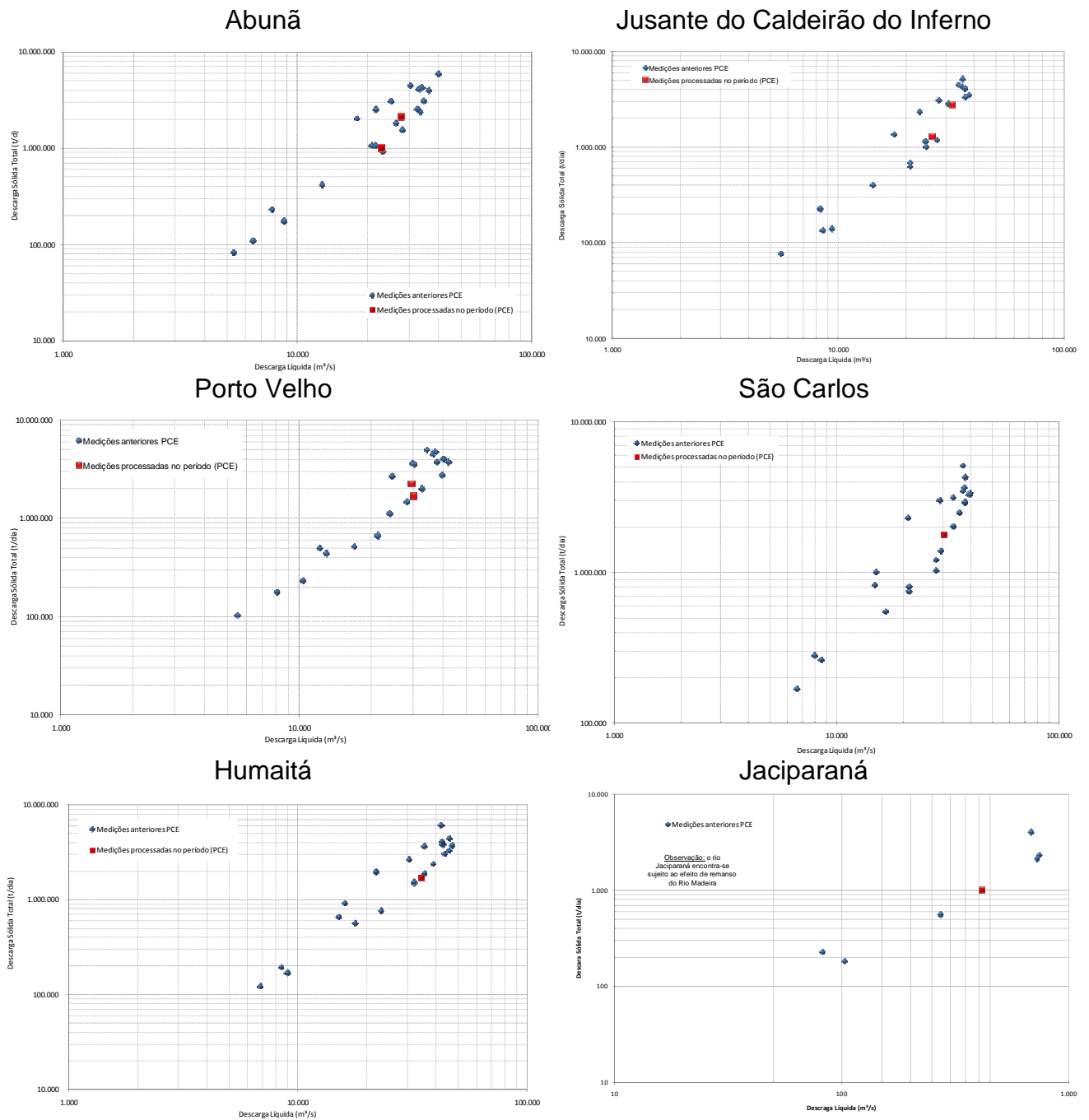


Figura 3.3.
Curvas-chave de Descarga Sólida Total



3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

No período deste relatório, foram executadas 10 análises de sedimentos em suspensão e 10 análises de sedimentos do leito, listadas a seguir, na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4.
Análises Laboratoriais Realizadas em Junho de 2010**

| | <i>Abunã</i> | <i>Jus. Cald. do Inferno</i> | <i>Porto Velho</i> | <i>São Carlos</i> | <i>Humaitá</i> | <i>Jaciparaná</i> |
|-----------|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | 27/04/10 | 29/04/10 | 10/05/10 | 12/05/10 | 14/05/10 | 30/04/10 |
| Suspensão | 04/05/10 | 06/05/10 | - | - | - | 19/05/10 |
| | - | 20/05/10 | - | - | - | - |
| Leito | 18/05/10 | 20/05/10 | 25/05/10 | 27/05/10 | 29/05/10 | 19/05/10 |
| | 01/06/10 | 03/06/10 | 08/06/10 | 10/06/10 | | |

A análise da amostra de sedimentos em suspensão do rio Jaciparaná, coletada no dia 19/05/10, apresenta um problema de consistência na curva granulométrica, motivo pelo qual está sendo reavaliada.

3.4. OUTROS MONITORAMENTOS

3.4.1. Contagem de Troncos

Em junho de 2010, a campanha de contagem de troncos, visando à quantificação dos troncos transportados pelo Rio Madeira na superfície, foi realizada na seção de controle de Porto Velho (a jusante da régua R7), entre dias 07 e 11. O resumo dos dados coletados encontra-se na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5.
Campanha de Contagem de Tronco Realizada em Junho de 2010**

| Campanha | Data | Cota Início | Cota Fim | <i>Margem Direita</i> | | | | <i>Margem Esquerda</i> | | | |
|--------------------|-----------|-------------|----------|-----------------------|-------|--------|-------|------------------------|-------|--------|-------|
| | | | | Quantidade | | | | Quantidade | | | |
| | | | | Peq. | Médio | Grande | Total | Peq. | Médio | Grande | Total |
| PORTO VELHO | | | | | | | | | | | |
| 26ª Campanha | 7-jun-10 | 9,73 | 9,74 | 608 | 17 | 1 | 626 | 333 | 11 | 0 | 344 |
| | 8-jun-10 | 9,74 | 9,68 | 444 | 6 | 2 | 452 | 202 | 12 | 0 | 214 |
| | 9-jun-10 | 9,45 | 9,43 | 402 | 11 | 0 | 413 | 252 | 6 | 0 | 258 |
| | 10-jun-10 | 9,18 | 9,12 | 505 | 9 | 0 | 514 | 218 | 8 | 0 | 226 |
| | 11-jun-10 | 8,85 | 8,78 | 533 | 12 | 0 | 545 | 196 | 10 | 0 | 206 |

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 régua, 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.

Na medida que os dados são processados e consistidos, os mesmos são armazenados de forma tabular, em meio digital. Adicionalmente, as informações hidrossedimentológicas das principais estações fluviométricas (Abunã, Jus. Caldeirão do Inferno, Porto Velho, São Carlos, Humaitá e Jaciparaná) são gravados em formato Access e inseridos no software HIDRO com o intuito de atender uma demanda da Agência Nacional das Águas (ANA).

3.6. OUTRAS ATIVIDADES

3.6.1. Serviço Hidrológico “Levantamento da Linha d’Água”

Nos dias 07/06/10 e 21/06/10 a equipe de hidrometria da PCE (Porto Velho) prestou apoio para a execução de um serviço hidrológico para Santo Antônio Energia (SAE) denominado “Levantamento da Linha d’Água”. O objetivo deste serviço visou o levantamento de perfis da linha de água nas imediações do eixo da barragem da usina para orientar os ajustes necessários na rugosidade e controles no modelo reduzido. Foram feitos levantamentos simultâneos de vazões e níveis de água junto às margens, espaçados de 100 em 100 metros, totalizando 60 pontos em cada margem. O trabalho foi desenvolvido em um trecho do rio Madeira de aproximadamente 6 km, entre a R1 e a R7, totalizando um levantamento de 12 km de margem.