

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 17

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0017-0A

OUTUBRO/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 17

PJ0777-Z-H41-GR-RL-0017-0A

OUTUBRO/2011

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.
0	17/10/11	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS

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.	<u>Medições de Descarga Líquida</u>	8
3.2.2.	<u>Medições de Descarga Sólida</u>	11
3.2.3.	<u>Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão e Total</u>	11
3.3.	ANÁLISES LABORATORIAIS	15
3.3.1.	<u>Re-Instalação do Laboratório de Sedimentos</u>	15
3.4.	OUTROS MONITORAMENTOS	17
3.4.1.	<u>Contagem de Troncos</u>	17
3.5.	BANCO DE DADOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS	17
3.6.	OUTRAS ATIVIDADES	18
3.6.1.	<u>Monitoramento da Evolução de Margens</u>	18

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 17, contém a descrição dos serviços realizados entre 1º e 30 de setembro 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 setembro 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 17 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 (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 observadores nestes locais devido ao remanejamento dos ribeirinhos para o enchimento do reservatório.
- Durante o mês de setembro foram desativadas 5 estações fluviométricas (Cachoeira do Morrinho Montante, Cachoeira do Teotônio Jusante, Régua 11, Régua 10, Régua 4) e, adicionalmente, a PCE não operará mais a estação Jaciparana – Ponte (ANA).
- 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**

Data	Local	Atividade
06/09/11	Abunã	Nivelamento da Régua de Abunã;
07/09/11	Jaciparaná Vila	Nivelamento das réguas nas estações: Jaciparaná Vila, Foz do Jaciparaná; Instalação de lance de régua 4/6 na estação Foz do Jaciparaná;
09/09/11	Jaciparaná	Inspeção fluviométrica em Jaciparaná Ponte (CPRM);
13/09/11	Cujubim	Inspeção fluviométrica em Cujubim;
15/09/11	São Carlos / Papagaio	Nivelamento das réguas nas estações: São Carlos e Papagaios;
16/09/11	Humaitá	Nivelamento da Régua de Humaitá;
29/09/11	Nazaré	Instalação da Estação Fluviométrica de Vila Nazaré;
30/09/11	Calama	Instalação da Estação Fluviométrica de Calama.

- Foram instaladas duas novas estações fluviométricas, em Calama e Vila Nazaré (Figura 3.1.), para atender as demandas do Projeto PJ-0831 – ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE PREVISÃO DE VAZÕES E NÍVEIS D'ÁGUA DO RIO MADEIRA NAS PRINCIPAIS COMUNIDADES A JUSANTE DA UHE SANTO ANTÔNIO. Nestas estações serão realizadas leituras diárias do nível d'água às 07h00 e 17h00.

Figura 3.1.
Instalação de Novas Estações Fluviométricas nas Localidades de Vila Nazaré (esquerda) e Calama (direita)



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.

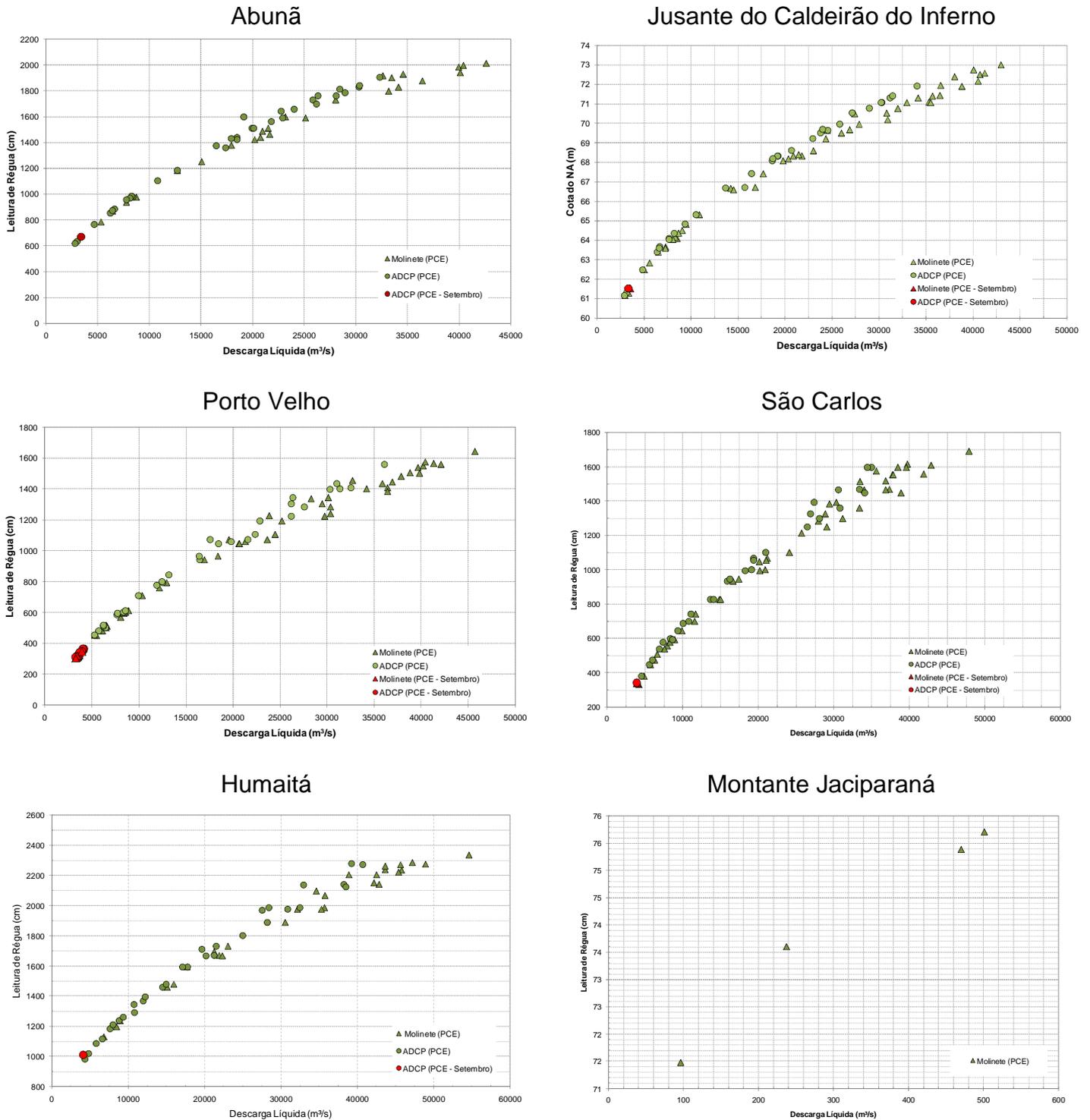
As medições de descarga líquida que aconteceram no período, em cada estação, são apresentadas na Tabela 3.2, enquanto que nos gráficos da Figura 3.2. podem ser visualizadas as medições realizadas nas estações desde o início do monitoramento da PCE, sendo destacadas em vermelho as medições realizadas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

Para auxiliar o ajuste da nova curva-chave de Porto Velho, principalmente para vazões inferiores a 5.000 m³/s, foram realizadas medições extras de descarga líquida, sendo 8 medições realizadas somente com ADCP e 2 com molinete e ADCP, no período de 19 a 30 de setembro.

**Tabela 3.2.
Medições de Descarga Líquida Realizadas em Setembro 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	-	08/09/11	12/09/11	14/09/11	-	-
			22/09/11			
			27/09/11			
ADCP	06/09/11	08/09/11	12/09/11 19 a 23/09/11 26 a 30/09/11	14/09/11	16/09/11	-

Figura 3.2.
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 que aconteceram em setembro 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 Setembro 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>
Integrada	06/09/11	08/09/11	12/09/11	14/09/11	16/09/11	-

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).

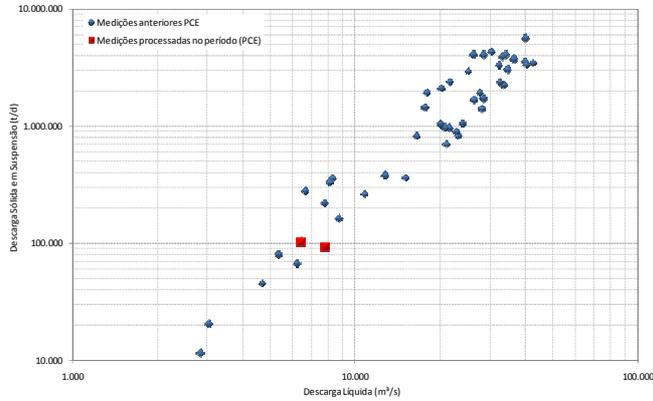
A Tabela 3.4 apresenta as datas cujas descargas sólidas foram calculadas em agosto de 2011. Os gráficos da Figura 3.3. e Figura 3.4. apresentam as curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total para cada estação, sendo destacadas em vermelho as medições realizadas no período deste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

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

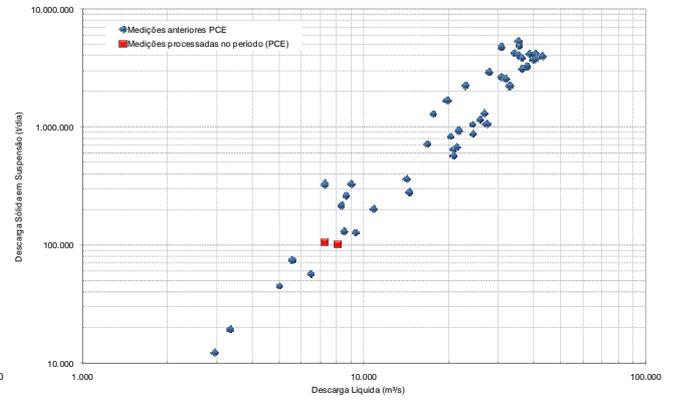
	<i>Abunã</i>	<i>Jus. Cald. do Inferno</i>	<i>Porto Velho</i>	<i>São Carlos</i>	<i>Humaitá</i>	<i>Montante Jaciparaná</i>
Descarga Sólida em Suspensão	07/07/11 05/08/11	09/07/11 02/08/11	20/07/11	23/07/11	30/07/11	04/08/11
Descarga Sólida Total	07/07/11 05/08/11	09/07/11 02/08/11	20/07/11	23/07/11	30/07/11	04/08/11

Figura 3.3.
Curvas-chave de Descarga Sólida em Suspensão

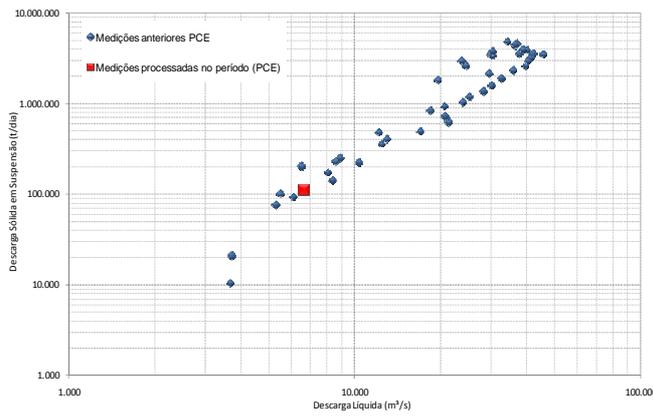
Abunã



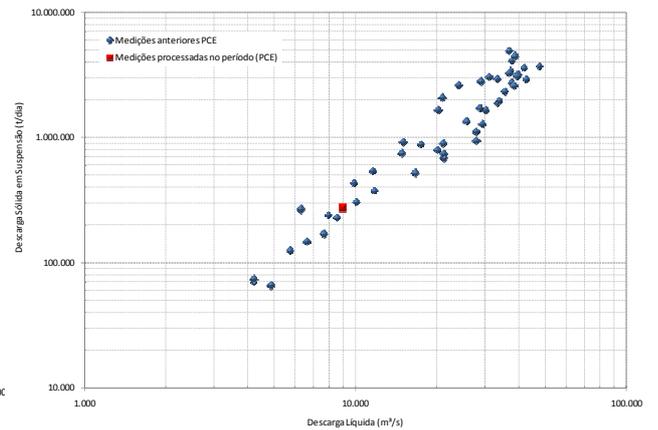
Jusante do Caldeirão do Inferno



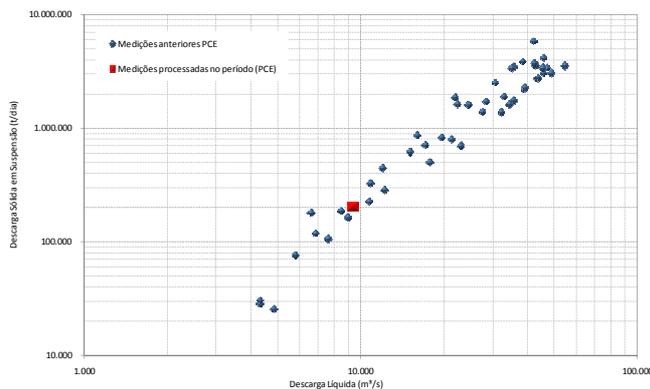
Porto Velho



São Carlos



Humaitá



Montante Jaciparaná

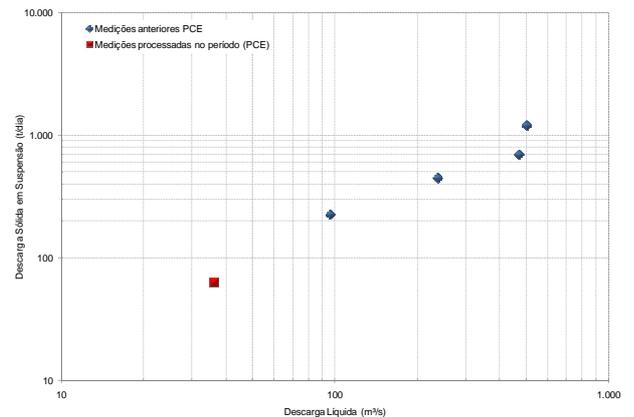
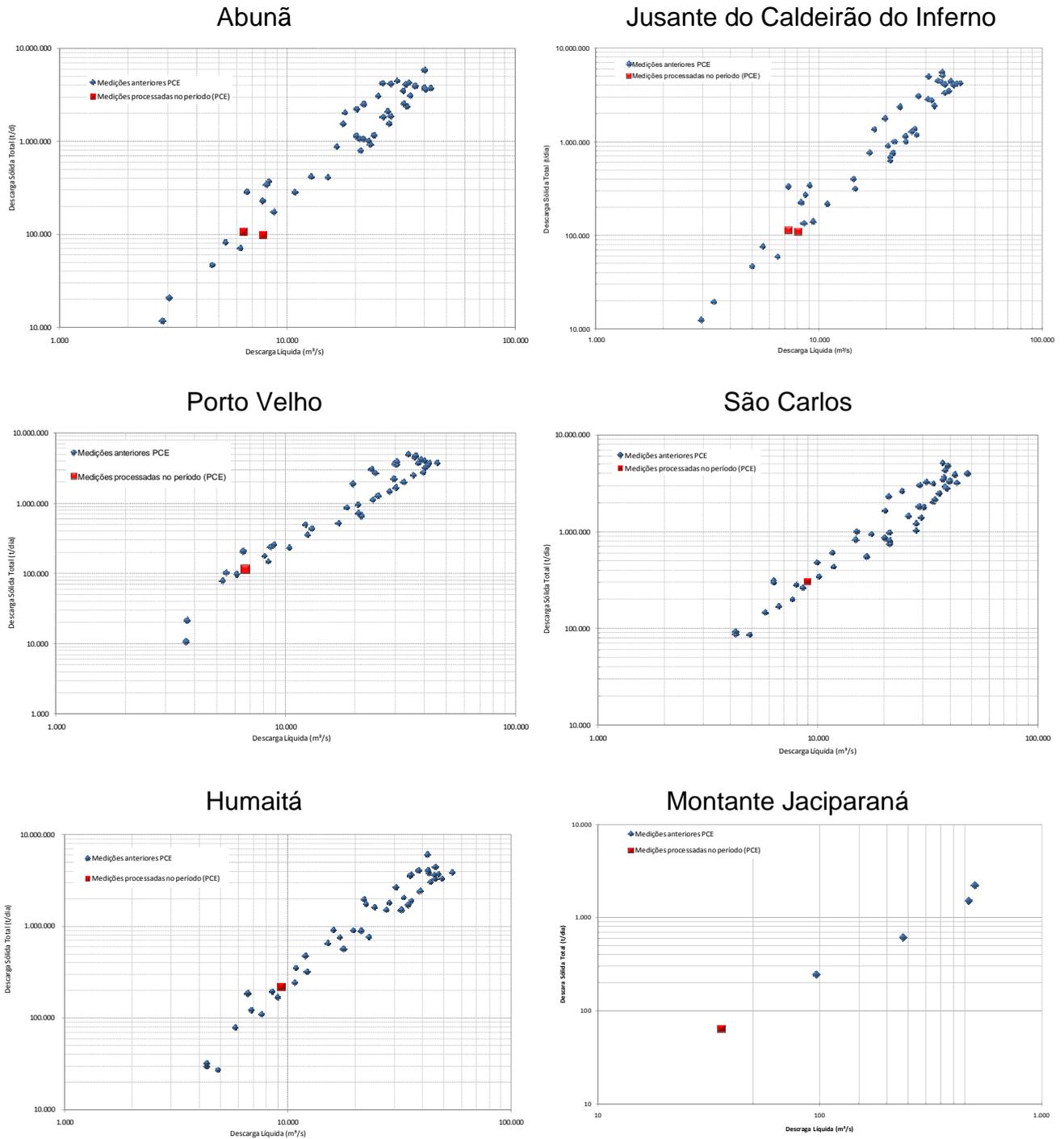


Figura 3.4.
Curvas-chave de Descarga Sólida Total



3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS

No período deste relatório, foram finalizadas 6 análises de sedimentos em suspensão (amostragem integrada), 8 análises de sedimentos em suspensão (amostragem na superfície), 1 análise de sedimentos do leito e 1 análise de sedimentos em suspensão (amostragem pontual), listadas a seguir, na Tabela 3.5.

**Tabela 3.5.
Análises Laboratoriais Realizadas em Setembro 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	05/08/11	02/08/11	08/08/11	23/07/11	30/07/11	04/08/11
Concentração na Superfície	05/08/11	02/08/11	20/07/11 08/08/11	23/07/11 10/08/11	30/07/11 12/08/11	-
Sedimentos em Susp. (pontual)	-	02/08/11	-	-	-	-
Sedimentos do Leito	-	-	-	10/08/11	-	-

Adicionalmente, durante o mês de setembro foi realizada a análise granulométrica das amostras de sedimentos do leito de 14 seções topobatimétricas para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira. As análises realizadas estão listadas na Tabela 3.6., destacando-se que em cada seção transversal foi coletado e analisado o material em 3 verticais, correspondentes a 25%, 50% e 75% da largura da seção.

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

ST 31,1	ST 129,8	ST 219,2
ST 68,2	ST 146,3	ST 230,2
ST 76,3	ST 190,6	ST 242,6
ST 101,3	ST 213,8	ST 257,0
ST 113,8	ST 219,2	

3.3.1. Re-Instalação do Laboratório de Sedimentos

No dia 13 de setembro a localidade de Porto Velho foi atingida por uma tempestade com fortes ventos. O vendaval suspendeu o telhado e o forro das instalações do laboratório de hidrossedimentologia da PCE, conforme se observa na Figura 3.5., provocando a inundação das instalações e paralisação de todas as atividades em andamento. Nesta circunstância foram retirados todos os equipamentos e vidrarias, sem nenhum dano; sendo que apenas foi perdida a amostra do leito da estação Abunã, do dia 06/09/2011.

Figura 3.5.
Situação do Laboratório de Sedimentos após o Vendaval



Em 19 de setembro, a engenheira Fernanda Marques viajou a Porto velho com a finalidade de monitorar a re-instalação provisória do laboratório em outra parte das dependências do escritório da PCE. Desta forma, o laboratório encontra-se novamente em operação, com as instalações provisórias vistas na Figura 3.6.

Figura 3.6.
Instalações Provisórias do Laboratório de Hidrossedimentologia



Durante a vistoria dos estragos causados pela tormenta verificou-se o risco de colapso em parte da obra civil do laboratório. Esta situação, aliada ao fato de essa parte do terreno da PCE sofre freqüentes alagamentos (durante as chuvas intensas), levaram à decisão de construir um novo laboratório em um novo local do terreno, conforme visto na Figura 3.7.

**Figura 3.7.
Construção do Novo Laboratório de Sedimentos**



3.4. OUTROS MONITORAMENTOS

3.4.1. Contagem de Troncos

Não houve contagem de troncos neste período devido às mudanças na programação de campo para inclusão das medições extras de descarga líquida realizadas na estação de Porto Velho e à necessidade de realocação da estação telemétrica de Porto velho.

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).

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. 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.

Os resultados deste serviço foram apresentados no Relatório R7 “Monitoramento da Evolução dos Trechos com Margens Erodidas ou Potencialmente Instáveis” (PJ0777-X-H41-GR-RL-0007-0A) emitido em 08/09/2011.