

UHE SANTO ANTÔNIO



PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 05

PJ0697-Z-H41-GR-RL-103-0A

JUNHO/2009

UHE SANTO ANTÔNIO

PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 05

PJ0697-Z-H41-GR-RL-103-0A

JUNHO/2009

0	23/06/2009	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
1.	INTRODUÇÃO	02
2.	METAS E ATIVIDADES	04
3.	ANDAMENTO DOS SERVIÇOS	07
3.1.	LICITAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE AQUISIÇÃO E TRANSMISSÃO DE DADOS EM TEMPO REAL	08
3.2.	INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA	08
3.3.	MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA	11
3.4.	COMPLEMENTAÇÃO DA DESCRIÇÃO DO RIO MADEIRA PARA SUPORTE A MODELAGEM DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS UNI-DIMENSIONAL NA CONDIÇÃO ATUAL E COM RESERVATÓRIOS	15
3.5.	LEVANTAMENTOS TOPOBATIMÉTRICOS E DE GRANULOMETRIA PARA ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO LEITO DO RIO MADEIRA APÓS O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO	15
3.6.	LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS DO RIO MADEIRA, NAS ÁREAS PRÓXIMAS A UHE SANTO ANTÔNIO, PARA SUPORTE A MODELAGEM MATEMÁTICA BI-DIMENSIONAL DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	16
3.7.	OUTROS MONITORAMENTOS	16
3.8.	CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS	16
3.9.	ESTUDOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS BÁSICOS	16
3.10.	CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DO SEDIMENTO TRANSPORTADO PELO RIO MADEIRA EM CONDIÇÕES NATURAIS	16
3.11.	ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO	17
3.12.	EVOLUÇÃO DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA A JUSANTE DA UHE SANTO ANTÔNIO APÓS O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO	17

1. INTRODUÇÃO

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

Em julho de 2008, foi emitido o Relatório de Andamento – RA 1 - PJ0697-B-R00-ZZ-RL-001-0, com a descrição dos serviços realizados no âmbito do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio até então. Considerando que o Contrato de Prestação de Serviços para a 1ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio foi celebrado entre Santo Antônio Energia S.A. – SAESA e PCE – Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda, em 15 de janeiro de 2009 e teve o início efetivo dos trabalhos em 15 de fevereiro, o relatório RA 02, de março de 2009, apresentou o andamento dos serviços realizados no período de julho de 2008 a 15 de março de 2009, o relatório RA 03, de abril de 2009, os serviços realizados no período de 16 de março a 15 de abril de 2009, e o relatório RA 04, de maio de 2009, os serviços realizados no período de 16 de abril a 15 de maio de 2009.

Este relatório apresenta os serviços realizados no período de 16 de maio a 15 de junho de 2009.

2. METAS E ATIVIDADES

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

De acordo com o relatório “Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio - PJ 0697-B-H41-GR-RL-002-0B”, revisão de agosto de 2008, são as seguintes as metas a serem alcançadas para o atendimento das exigências relativas à UHE Santo Antônio:

Meta I: Implantação e Operação de Estações Fluviométricas

Meta II: Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida

Meta III: Análises Laboratoriais

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

Meta V: Outros Monitoramentos

Meta VI: Banco de Dados Hidrossedimentométricos

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

Meta VIII: Comportamento Sedimentológico do Reservatório da UHE Santo Antônio

Metas IX: Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira a Jusante da UHE Santo Antônio após o Enchimento do Reservatório

Meta X: Elaboração de Relatórios

As atividades necessárias para o atingimento de cada meta, relativas à área de abrangência do monitoramento vinculado à UHE Santo Antônio, que se estende, como dito acima, desde pouco a montante da cachoeira de Jirau até a cidade de Humaitá, a jusante da barragem, foram assim previstas:

- 2.1. Licitação dos equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real
- 2.2. Instalação e operação da rede fluviométrica
- 2.3. Medições de descarga líquida e sólida, cálculos e análises laboratoriais
- 2.4. Complementação da descrição do rio Madeira para suporte a modelagem de transporte de sedimentos uni-dimensional na condição atual e com reservatórios
- 2.5. Levantamentos topobatimétricos e de granulometria para acompanhamento da evolução do leito do rio Madeira após o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio
- 2.6. Levantamentos batimétricos do rio Madeira, nas áreas próximas a UHE Santo Antônio, para suporte a modelagem matemática bi-dimensional do transporte de sedimentos

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

- 2.7. Outros monitoramentos
- 2.8. Consolidação da base de dados hidrossedimentológicos
- 2.9. Estudos hidrossedimentológicos básicos
- 2.10. Caracterização espacial do sedimento transportado pelo rio Madeira em condições naturais
- 2.11. Análise do comportamento sedimentológico do reservatório da UHE Santo Antônio
- 2.12. Evolução do comportamento sedimentológico do rio Madeira a jusante da UHE Santo Antônio após o enchimento do reservatório.

3. ANDAMENTO DOS SERVIÇOS

A seguir descreve-se o andamento dos serviços relativos a cada atividade acima referida.

3.1. LICITAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE AQUISIÇÃO E TRANSMISSÃO DE DADOS EM TEMPO REAL

A licitação e a instalação desse sistema de transmissão de dados em tempo real nas estações deverão se dar de forma a possibilitar a sua operacionalização antes do início do enchimento do reservatório, previsto para dezembro de 2011.

3.2. INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE FLUVIOMÉTRICA

Para os serviços de instalação e operação da rede fluviométrica, incluindo os relativos às medições de descargas líquidas e sólidas, cálculos e análises sedimentométricas em laboratório, foram realizadas as seguintes atividades:

- Prosseguimento da operação das estações instaladas no trecho de jusante da cachoeira do Inferno e Humaitá e das medições de descargas líquidas e sólidas em cinco estações no rio Madeira e uma no rio Jaciparaná, conforme item 3.3.;
- Recebimento em Porto Velho do instrumental para laboratório adquirido no mês anterior, conforme relatório de andamento 4, constando dos seguintes itens:

Descrição	Quant
Cadinho de Gooch em vidro, 50 ml	10
Cápsula em vidro transparente, resistente a impacto e a temperatura de 250°C, forma cônica, altura total de 50 mm, diâmetro superior de 80 mm e inferior de 32 mm, parede de 2,00mm	35
Garrafão em vidro transparente, capacidade de 5000 ml, com rolha de borracha com dois orifícios de 10 mm	2
Grelhas para as estufas	6
Membrana filtrante GF92, de fibra de vidro, diâmetro 47 mm ($\pm 0,5$ mm), espessura 0,35 mm, peso específico 70 g/m ² , marca Schlicher & Schuell, caixa com 100 folhas. ***	1
Base de apoio cápsula-cadinho para análise de sólidos dissolvidos	3

- Aquisição do seguinte instrumental adicional para o laboratório de sedimentometria (ainda não totalmente entregues);

Descrição	Quant
Garrafão em vidro transparente, capacidade de 5000 ml, com rolha de borracha com 2 orifícios de 10 mm, com saída inferior	2
Balão volumétrico 50 ml	2
Balão volumétrico 100 ml	2
Balão volumétrico 500 ml	2
Balão volumétrico de 250 ml	2
Balão volumétrico de 1000 ml	2
Proveta de vidro de 10 ml	2
Proveta de vidro de 100 ml	2

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

Pipeteador de borracha para pipeta, três vias, tipo pêra, código BOE100, vermelho ala, esfera em vidro, com dispositivo para expirar o ar 1ª via (A), expirar o ar 2ª via (S) e aspirar o líquido 3ª via (E), para 100 ml	2
Despertador para laboratório com precisão de segundos	2
Cronômetro digital	2

- Recebimento em Porto Velho do instrumental adicional para o laboratório de sedimentometria adquirido conforme subitem anterior, com exceção do material abaixo relacionado ainda não entregue:

Descrição	Quant
Garrafão em vidro transparente, capacidade de 5000 ml, com rolha de borracha com 2 orifícios de 10 mm, com saída inferior	2
Pipeteador de borracha para pipeta, três vias, tipo pêra, código BOE100, vermelho ala, esfera em vidro, com dispositivo para expirar o ar 1ª via (A), expirar o ar 2ª via (S) e aspirar o líquido 3ª via (E), para 100 ml	2
Cronômetro digital	2

A seguir estão apresentadas algumas fotografias das instalações e do instrumental do laboratório de sedimentometria de Porto Velho, na situação em que se encontra na data deste relatório.

**Figura 3.1.
Fotografias das Instalações e do Instrumental do Laboratório
de Sedimentometria**



Amostras de sedimento de fundo



Estufas

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



Depósito de água destilada e agitador de peneiras



Instalação do tanque de pipetagem



Amostras de sedimento em suspensão em decantação



Laboratoristas em atividade



Laboratorista em atividade



Tubos de remoção pela base instalados

3.3. MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA

A tabela 3.1. apresenta as medições realizadas no período de março a maio de 2009, estando realçadas em negrito aquelas relativas ao período de 16 de maio e 15 de junho:

**Tabela 3.1.
Datas das Medições de Descargas Líquidas e Sólidas**

Estação	Março/2009	Abril/2009	Maio/2009	Junho/2009
Porto Velho	19	03 e 16	04, 16* e 22	01
São Carlos	25	05 e 12	06 e 24	04
Humaitá	27	06 e 14	08 e 26	06
Abunã	29	08 e 20	19* e 30*	10* e 13*
Jus. Cach. Inferno	30	09 e 18	20 e 29*	11*
Jaciparaná		01, 10 e 17	28	

* medição de descarga líquida com o uso do ADCP

A partir de 16 de maio de 2009, as medições de descarga líquida passaram a ser realizadas também com o uso do ADCP. Até que se possa aferir a precisão dos resultados das medições com ADCP em relação às medições com o molinete, os dois processos serão aplicados em seqüência, salvo em casos de dificuldades de tempo ou pane em algum equipamento. As amostragens de sedimentos em suspensão estão sendo realizadas com os amostradores AMS-8 e DH-49 e as amostragens de sedimentos de fundo com o amostrador USBM-54, de acordo com as especificações do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio.

A seguir estão apresentadas algumas fotografias dos serviços de campo.

**Figura 3.2.
Fotografias dos Serviços de Campo**



Descarregando barco menor e material em Abunã



Descarregando material em Abunã

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



Os dois barcos em preparação para a medição em Abunã



O barco maior dirigindo-se à seção de medição em Abunã



Operação do amostrador de sedimentos em suspensão em Abunã



Amostra de sedimento em suspensão coletada em Abunã



Operação do amostrador de sedimentos de fundo em Abunã



Desmontagem dos equipamentos

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



Retirada da água do barco maior em Abunã



Início do deslocamento para Jaciparaná



Descarregando barco maior em Jaciparaná



Descarregando barco menor e equipamentos em Jaciparaná



Barco maior em medição em Jusante da Cachoeira do Inferno



Barco menor em medição com ADCP em Jusante da Cachoeira do Inferno

Com a entrada em operação do laboratório de sedimentometria, foi dado início às análises das amostras coletadas nas medições no Rio Madeira e Jaciparaná, desde março de 2009, que se encontravam devidamente armazenadas. Foram executadas

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

análises referentes aos sedimentos em suspensão e aos sedimentos do leito, num total de duas análises de sedimentos em suspensão e vinte e quatro análises de sedimentos do leito, conforme listagem abaixo, que visam auxiliar à modelagem hidrossedimentológica unidimensional e bidimensional:

- Análises dos sedimentos em suspensão já executadas:

<i>Seção</i>	<i>Rio</i>	<i>Data da Coleta</i>
Jaciparaná	Jaciparaná	30/3/2009
São Carlos	Madeira	25/3/2009

- Granulometria dos sedimentos do leito nas seções de medição já executadas:

<i>Seção</i>	<i>Rio</i>	<i>Data da Coleta</i>
Porto Velho	Madeira	19/3/2009

- Granulometria dos sedimentos do leito nas seções de auxílio à modelagem já executadas:

<i>Seção</i>	<i>Rio</i>	<i>Data da Coleta</i>
S 22	Branco	10/4/2009
S 24	Branco	10/4/2009
S 03	Jaciparaná	30/3/2009
S 04	Jaciparaná	10/4/2009
ST 250,1	Madeira	19/3/2009
ST 258,1	Madeira	23/3/2009
ST 219,2	Madeira	24/3/2009
ST 230,2	Madeira	24/3/2009
ST 165,8	Madeira	25/3/2009
ST 121,6	Madeira	26/3/2009
ST 129,8	Madeira	26/3/2009
ST 146,3	Madeira	26/3/2009
ST 00,00	Madeira	27/3/2009
ST 370,9	Madeira	1/4/2009
ST 213,8	Madeira	4/4/2009
ST 242,6	Madeira	4/4/2009
ST 109,6	Madeira	5/5/2009
ST 181,8	Madeira	5/5/2009
ST 101,3	Madeira	7/5/2009
ST 207,1	Madeira	7/5/2009
ST 31,1	Madeira	7/5/2009
ST 51,6	Madeira	7/5/2009
ST 76,3	Madeira	7/5/2009

Os resultados das análises já concluídas foram processados e as demais, que estão armazenadas no laboratório, já estão em fase de preparação para análise ou estão sendo analisadas.

3.4. COMPLEMENTAÇÃO DA DESCRIÇÃO DO RIO MADEIRA PARA SUPORTE A MODELAGEM DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS UNI-DIMENSIONAL NA CONDIÇÃO ATUAL E COM RESERVATÓRIOS

Continua em andamento a complementação dos serviços de levantamentos topobatimétricos ao longo do rio Madeira, no trecho compreendido entre a cachoeira de Santo Antônio e a cachoeira do Inferno (RO) e trechos dos Rios Jaci-Paraná, Caracol, Branco e São Francisco, iniciados no campo em 18 de fevereiro de 2009.

A empresa contratada concluiu, neste período, o levantamento das 30 seções topobatimétricas previstas para o modelo unidimensional, incluindo o processamento final de escritório com exceção de apenas uma que ainda está em andamento.

O levantamento topobatimétrico das 37 seções localizadas e distribuídas nos rios Caracol, Jaciparaná, Branco e São Francisco está em andamento. A situação dos trabalhos é a que segue:

RIO JACIPARANÁ

- ✓ Localizadas e reconhecidas as seções 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07;
- ✓ Seção 03 – com batimetria, topografia, marcos implantados e rastreados;
- ✓ Seção 04 – picadas abertas nas duas margens e marcos implantados;
- ✓ Seção 05 – picada aberta na margem direita.

RIO CARACOL

- ✓ Localizadas e reconhecidas as seções 35, 36 e 37;
- ✓ Seção 35 – marcos implantados e topografia concluída.

RIOS SÃO FRANCISCO E BRANCO

- ✓ Foram navegados de sua foz até a última seção contratada, para reconhecimento do trecho, para futuro reconhecimento das seções topo-batimétricas a serem levantadas.

Os trabalhos de amostragem de sedimentos do leito, que visam auxiliar à modelagem hidrossedimentológica unidimensional e bidimensional do rio Madeira e fornecer informações granulométricas para os estudos sedimentológicos básicos, já foram realizados em 23 seções, incluindo as análises pelo método de peneiramento.

3.5. LEVANTAMENTOS TOPOBATIMÉTRICOS E DE GRANULOMETRIA PARA ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DO LEITO DO RIO MADEIRA APÓS O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

Esse serviço terá início após o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio.

3.6. LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS DO RIO MADEIRA, NAS ÁREAS PRÓXIMAS A UHE SANTO ANTÔNIO, PARA SUPORTE A MODELAGEM MATEMÁTICA BIDIMENSIONAL DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

A empresa especializada contratada para a realização dos levantamentos necessários à modelagem bidimensional concluiu as 825 seções batimétricas previstas para o modelo bidimensional junto à cachoeira de Santo Antônio, que estão em processamento final em escritório.

3.7. OUTROS MONITORAMENTOS

No período objeto do presente Relatório de Andamento foi dado início a mais uma campanha visando à quantificação dos troncos transportados pelo Rio Madeira na superfície, numa seção próxima a Porto Velho, que se estenderá até 19 de junho.

3.8. CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS

Prosseguem a interpretação e tabulação em meio digital das informações sedimentométricas, no que diz respeito a leituras de réguas, medições de descarga líquida, amostragem de sedimentos e análises laboratoriais, processo dinâmico e contínuo, que incluirá também os novos dados obtidos nas campanhas de medições. Foi iniciada a incorporação dos dados no modelo de Banco de Dados Hidro da Agência Nacional de Águas - ANA.

3.9. ESTUDOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS BÁSICOS

Dadas as diferenças metodológicas existentes entre a medição da descarga líquida com os métodos convencionais (molinete) e com medidores de corrente de efeito Doppler (ADCP) continua em andamento a avaliação simultânea destas metodologias, de forma a compatibilizar os critérios de qualidade destas medições.

A continuação dos estudos hidrossedimentológicos básicos no trecho de interesse necessitam dos resultados das campanhas de medições ora em andamento.

3.10. CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DO SEDIMENTO TRANSPORTADO PELO RIO MADEIRA EM CONDIÇÕES NATURAIS

A continuação dos estudos relativos às estações de Guajará-Mirim, Abunã, Porto Velho e Humaitá, que tratará da variabilidade espacial das características dos sedimentos necessitam de uma série consistente de dados, que estará disponível após o processamento das campanhas de medições ora em andamento.

3.11. ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

A análise do futuro reservatório da UHE Santo Antônio permitirá aferir alguns parâmetros previamente estabelecidos, bem como os prognósticos realizados, caracterizando o real comportamento sedimentológico do reservatório. Dentre as análises que deverão ser realizadas destacam-se a eficiência de retenção de sedimentos e evolução do leito no trecho do reservatório e a evolução da curva cota x volume do reservatório e de Santo Antônio. Para isso, são necessárias novas séries de dados que surgirão das campanhas de medições ora em andamento.

3.12. EVOLUÇÃO DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA A JUSANTE DA UHE SANTO ANTÔNIO APÓS O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

Esse estudo só terá início após a entrada em operação da UHE Santo Antônio.