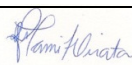



## PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

### P.11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

#### Relatório Semestral

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Luciana Cabral Nunes Geóloga, MSc.	CREA- 50629926484	5287039	
Priscila Taminato Hirata Geóloga	CREA- 5063373300	5545626	
Afonso E. de Vasconcelos Lopes Geofísico, DSc.	-	5286995	
Rhobysson B. da Silva Técnico de Meio Ambiente	-	5545778	

**AGOSTO - 2012**

## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

---

### SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>02</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>02</b>
<b>3. ASPECTOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS DA BACIA DO RIO TELES PIRES</b>	<b>02</b>
<b>4. ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO</b>	<b>03</b>
4. 1. Seleção dos Locais das Estações Pluviométricas, Fluviométricas e Sedimentométricas	<b>03</b>
4. 2. Estações Pluviométricas/Fluviométricas	<b>06</b>
4. 3. Postos de Monitoramento Sedimentométrico	<b>08</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>09</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO 1- Mapa de Localização das Estações Pluviométricas/Fluviométrica e dos Postos de medição Sedimentométricos</b>	<b>11</b>

## **P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico**

---

### **1. INTRODUÇÃO**

O serviço “Monitoramento Hidrossedimentológico na Área do Futuro Reservatório da UHE Teles Pires”, solicitado pela *Companhia Hidrelétrica Teles Pires (CHTP)* está sendo executado pela empresa **VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda.** Este serviço tem como objetivo fornecer informações referentes às taxas de aporte e deposição sedimentar e identificar os principais pontos de deposição, viabilizando a elaboração de projetos que venham a prolongar a vida útil do reservatório da futura *Hidrelétrica Teles Pires*, que está sendo construída nas coordenadas 9°21'04" S e 56°46'39" O, no rio Teles Pires na divisa entre os estados do Mato Grosso e Pará.

Neste relatório semestral são descritas as principais atividades relacionadas à seleção dos locais das estações: pluviométricas, fluviométricas e sedimentométricas em conjunto com a descrição dos equipamentos que serão utilizados na execução desse serviço.

### **2. OBJETIVOS**

O monitoramento hidrossedimentológico na área do futuro reservatório da UHE Teles Pires tem os seguintes objetivos:

- Determinar a vazão e a curva chave atualizada para os rios Teles Pires e Paranaíta na área de interesse do futuro reservatório da UHE Teles Pires;
- Acompanhar diariamente as vazões dos rios Teles Pires e Paranaíta de forma indireta com a medida das cotas limétricas, através das estações telemétricas que transmitirão dados em tempo real;
- Estimar o volume de sedimentos que se deposita no reservatório;
- Correlacionar os parâmetros climáticos que influenciam diretamente a dinâmica erosiva e sedimentar do reservatório;
- Comparar a dinâmica sedimentar a montante e a jusante do reservatório, assim como no interior do mesmo;
- Monitorar e avaliar a evolução temporal do fluxo de sedimentos do rio Teles Pires a jusante do reservatório, nas proximidades da barragem;
- Assessorar a **CHTP** em assuntos relacionados com os estudos hidrossedimentológicos na UHE Teles Pires, atendendo a requerimentos efetuados pelos órgãos ambientais.

### **3. ASPECTOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS DA BACIA DO RIO TELES PIRES**

O rio Teles Pires apresenta 1.431 km de extensão e tem suas nascentes nas serras Azul e do Finca Faca, a uma altitude de média de 800 m, a aproximadamente 240 km a nordeste da cidade de Cuiabá, desenvolvendo-se no sentido SE-NW até a confluência com o rio Tapajós, a uma altitude aproximada de 95 m. O Teles Pires/São Manoel é um dos principais formadores do rio Tapajós sendo considerado um rio de águas claras.

Os principais afluentes da bacia do rio Teles Pires que contribuem para a disponibilidade de suas águas são representados à margem esquerda, pelos os rios Verde, Paranaíta, Apicás e Ximari, todos localizados no Estado do Mato Grosso e a margem direita pelos rios Paranatinga,

## **P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico**

---

Caiapó e Peixoto Azevedo, que têm bacias de drenagem no Estado do Mato Grosso, rio Cristalino, que possui parte da sua bacia no Estado do Pará e parte no Estado do Mato Grosso, e os rios São Benedito e Cururu-Açu que têm a totalidade das suas bacias inseridas no Estado do Pará.

As recargas de águas superficiais ocorrem através das precipitações, uma vez que estas são constantes durante todo o período do ano. A disponibilidade de águas superficiais é resultado das precipitações pluviométricas, além das nascentes e tributários existentes na bacia em estudo, cujos dados foram apresentados separadamente. Já as descargas ocorrem através das infiltrações, evaporações e transpirações ocorridas na mesma área.

O local previsto para a implantação do eixo da futura barragem da UHE Teles Pires está inserido no baixo curso do rio Teles Pires, divisa entre os estados de Mato Grosso e do Pará, no limite a jusante de uma sequência de corredeiras e cachoeiras conhecidas como Sete Quedas, na divisa dos municípios de Jacareacanga, no Estado do Pará, e Paranaíta, no Estado de Mato Grosso. O trecho do empreendimento está inserido totalmente no Domínio das Depressões, mas possui uma parte inserida no Domínio dos Planaltos Intermediários (mais informações consultar o projeto de instalação de estações hidrométricas da UHE Teles Pires em atendimento à resolução conjunta ANA/ANEEL Nº 3/2010).

A execução do presente Programa Ambiental visa fornecer informações referentes à vazão líquida e sólida nos rios Teles Pires e Paranaíta, permitindo a determinação das taxas de aporte e deposição sedimentar, localizando as principais fontes de descarga sedimentar para a área de influência e diagnosticar as condições de erosão da bacia.

### **4. ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO**

#### **4.1. Seleção dos Locais das Estações Pluviométricas, Fluviométricas e Sedimentométricas**

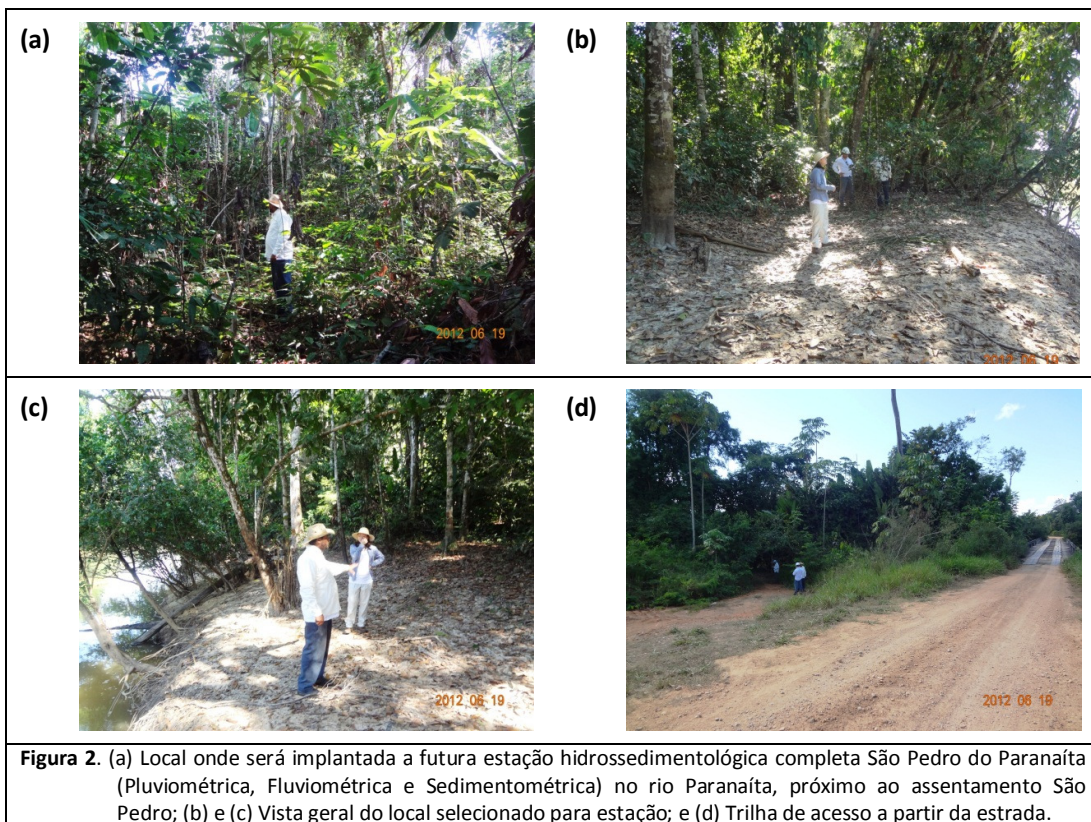
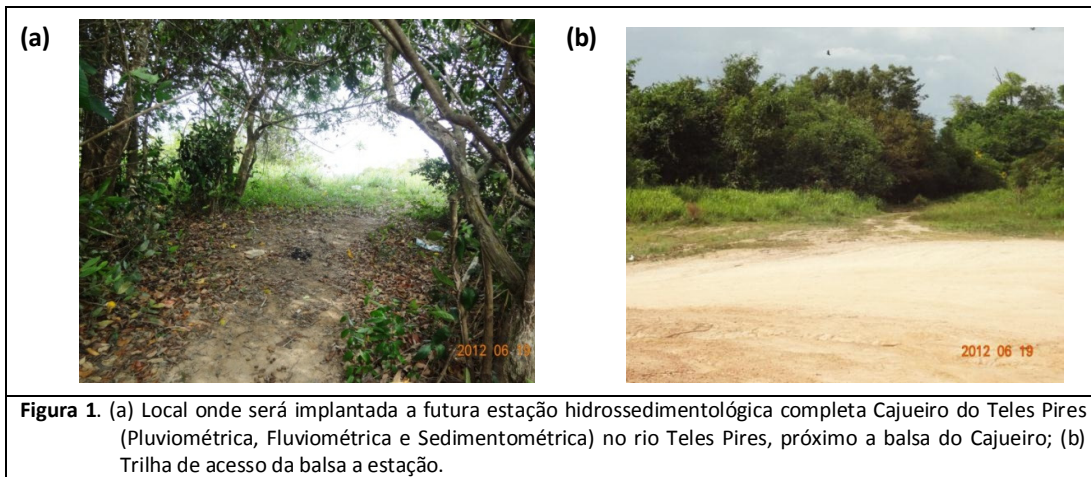
Os trabalhos de campo foram realizados pelos membros da equipe da VERACRUZ entre os dias 18 a 25 de junho de 2012. Neste período foram avaliados os locais pré-determinados para locação das estações de monitoramento hidrossedimentológico, na área no entorno da futura barragem da UHE Teles Pires, definidos pelo PBA *P.11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico*, e observadas às condições do pluviômetro da ANA em Paranaíta.

Para a locação das três novas estações completas e uma fluviométrica foram selecionados locais inéditos (ver localização no mapa do **ANEXO 1**), que complementarão o conhecimento sobre os rios Teles Pires e Paranaíta. A estação hidrossedimentológica completa 1 (**Figura 1**), denominada **Estação Cajueiro do Teles Pires**, localiza-se próxima a balsa do Cajueiro no município de Paranaíta-MT, no limite final do remanso do futuro reservatório, a margem esquerda do rio Teles Pires; a estação hidrossedimentológica completa 2 (**Figura 2**), denominada **Estação São Pedro do Paranaíta**, localiza-se próximo ao Assentamento São Pedro no município de Paranaíta-MT, a montante do remanso do futuro reservatório, no rio Paranaíta; a estação hidrossedimentológica completa 3 (**Figura 3**), denominada **Estação UHE Teles Pires**, está inserida na área da UHE Teles Pires e localiza-se a jusante da Casa de Força, no município de Jacareacanga-PA, a margem direita do rio Teles Pires. Nas estações supracitadas

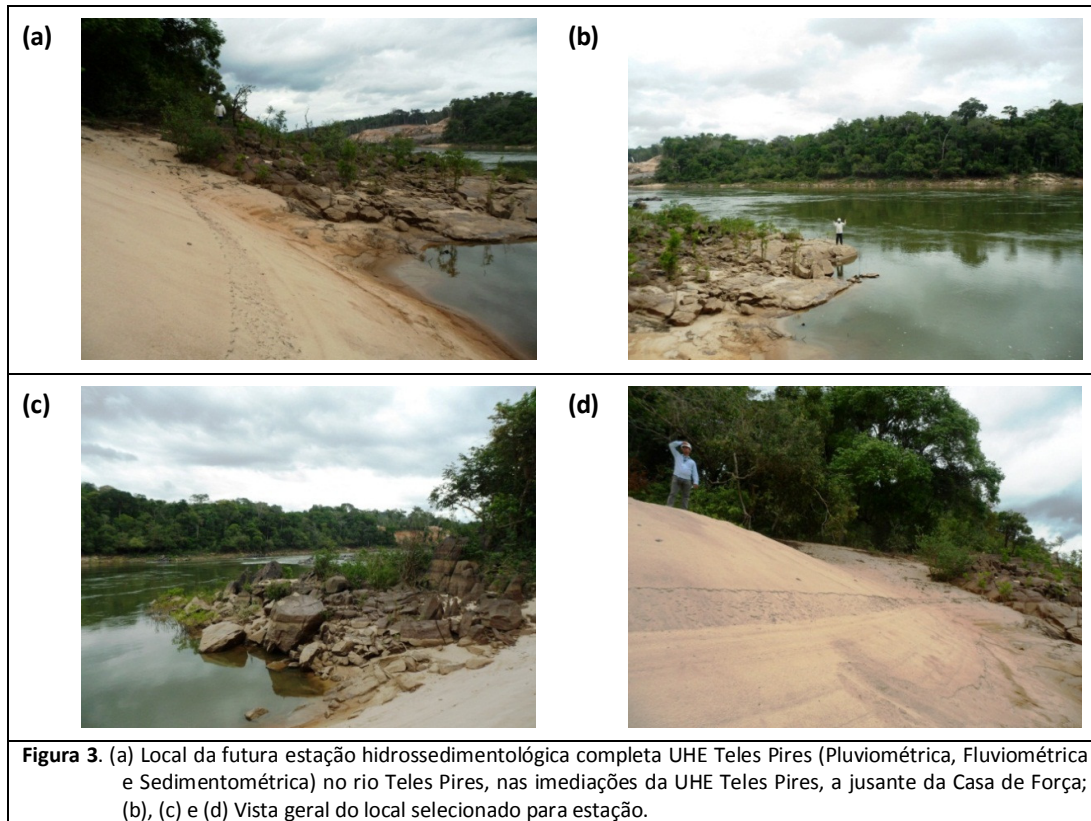
## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

serão instaladas estações automáticas com transmissão via satélite substituindo a leitura manual das régua.

A estação pluviométrica de Paranaíta da ANA (cód.: 00956002), situada no trevo de entrada para cidade, encontra-se em más condições de funcionamento devido aos atos de vandalismo, associado a seu fácil acesso ao local. As coordenadas das estações existentes e a serem instaladas encontram-se na **Tabela 1**.



## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico



No relatório de instalação de estações hidrométricas elaborado pela **CHTP** foi proposto à utilização dos dados da **Estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo** da ANA (cód.: **17380000** – **Figura 4**) como parte do projeto de estações do empreendimento. Esta se localiza a margem esquerda do rio Teles Pires, próximo a balsa da Madeseik.



## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

Após a instalação das estações de monitoramento hidrossedimentológico, será encaminhados a ANA e a ANEEL, os relatórios de instalação juntamente com as fichas de cadastro de cada estação. Posteriormente, a ANA determinará o código padronizado para cada uma das estações.

**Tabela 1** – Localização e descrição simplificada das estações existentes e das estações hidrossedimentológicas a serem instaladas.

Estação	Coordenadas	Tipo da Estação	Local	Rio	Observação
1. Estação Cajueiro do Teles Pires	-09,4530° -56,4917°	Hidrossedimentológica Completa	Inédita	Teles Pires	Próximo à balsa do Cajueiro
2. Estação São Pedro do Paranaíta	-09,7730° -56,6448°	Hidrossedimentológica Completa	Inédita	Paranaíta	Próximo ao assentamento S. Pedro
3. Estação UHE Teles Pires	-09,3418° -56,7764°	Hidrossedimentológica Completa	Inédita	Teles Pires	A jusante da Casa de Força (~500 m)
4. Estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo	-09,6425° -56,0183°	Hidrossedimentológica Completa	ANA	Teles Pires	Próximo à balsa de Madeseik

### 4.2. Estações Pluviométricas/Fluviométricas

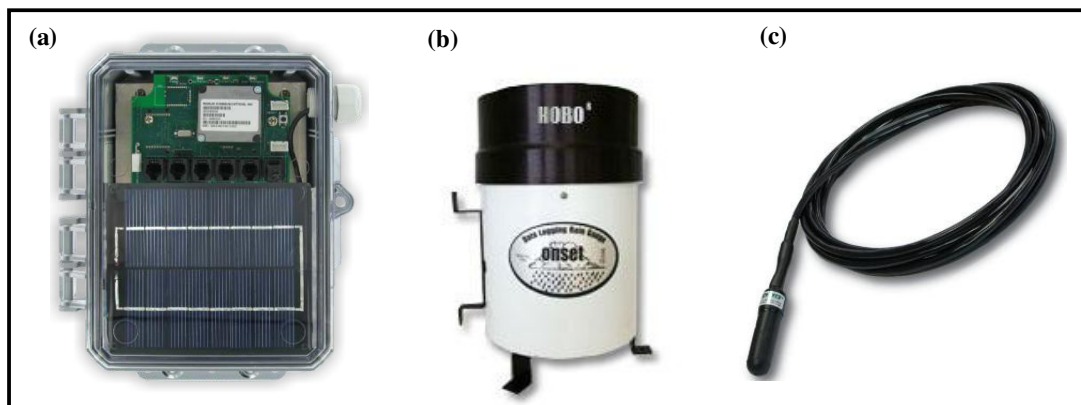
Para implementação do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico serão instaladas três estações automáticas da marca Onset (**Figura 5**) que irão operar por telemetria via satélite, enviando os dados ao escritório da **VERACRUZ** em São Paulo em tempo real. Essas estações atendem a todas as exigências do programa, monitorando os parâmetros de variação de nível d'água do rio e pluviometria. Os equipamentos a serem usados nessas estações são:

- Datalogger U30-SATÉLITE (**Figura 6a**): envia os dados automaticamente para Internet em um FTP através da rede de constelação de satélites da Iridium. Possui memória de 512k bytes que permite até 400.000 medições do conjunto de variáveis meteorológicas monitoradas.
- Pluviômetro S-RGB-M002 (**Figura 6b**): Possui uma taxa de Medição Máxima de 1270 mm / hora e precisão de 0,2 mm. O mecanismo é montado em uma caçamba basculante de aço inoxidável com eixo e rolamentos também inoxidáveis.
- Sensor de Nível de Água SDX (**Figura 6c**): Mensura o nível da água com sensores de pressão o qual compensa a variação barométrica automaticamente, possui faixa de medição de 0 a 15 m.

**P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico**



**Figura 5** - Estação Pluviométrica automática da Onset, com transmissão de dados por satélite.



**Figura 6.** (a) Data logger com transmissão via satélite da estação hidrológica automática; (b) pluviômetro, e (c) sensor de medida de nível d'água por pressão.



## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

---

### 4.3. Postos de Monitoramento Hidrossedimentológico

As análises de descarga líquida e sólida serão realizadas trimestralmente em três postos de monitoramento que coincidem com postos pluviométricos/fluviométricos.

As medições de descarga líquida serão executadas pelo método convencional, com o uso de molinete hidrométrico de eixo horizontal com lastro de 30 kg (**Figura 7**) suspenso em guincho hidrométrico e com tomada de velocidades em diferentes profundidades dependendo da profundidade total da seção e com coleta de água para análise de sedimentos em suspensão e coleta de sedimentos de fundo, conforme as Normas e Recomendações Hidrológicas e Manual para serviços de Hidrometria (**DNAEE, 1977**).



Figura 7 - Molinete hidrométrico de eixo horizontal.

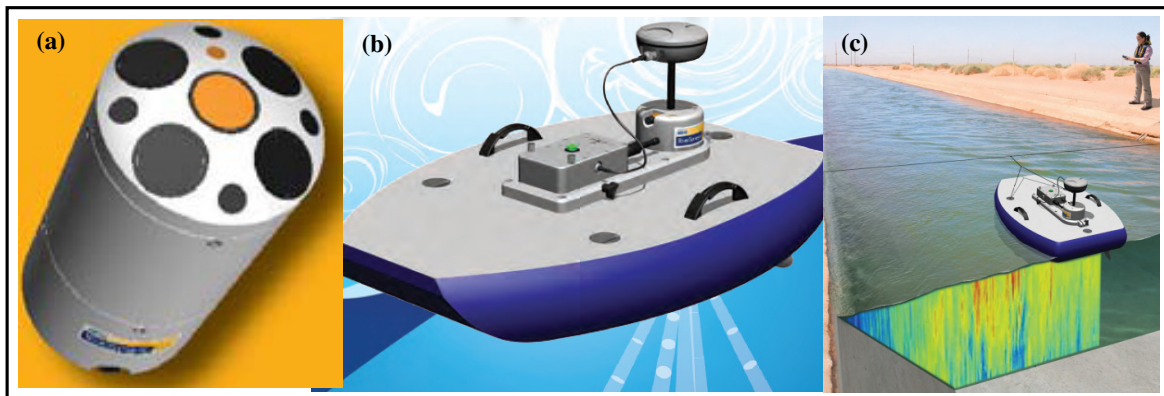
Após algumas campanhas de medidas pretende-se utilizar um medidor acústico portátil de efeito doppler (ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*) de 600 kHz (**Figura 8a**), pois já se terá uma calibração das vazões líquidas em um determinado período de tempo para aferir o equipamento caso necessário. A medição de velocidade de fluxo com o ADCP pode ser realizada com o uso de barcos portáteis (**Figura 8b**) ou com fixação no barco principal. Esse equipamento é usado para medição em canais de médias a grandes profundidades, e poderá ser usado nos rios Teles Pires e Paranaíta.

A proteção do equipamento é Delrin, o sensor tem 13 cm de diâmetro, 4 transdutores de 3,0 MHz, 4 Transdutores de 1MHz para medição de velocidades, 1 Transdutor vertical para medição de profundidade. O equipamento também inclui: bússola, compensação em 2 eixos, sensor de temperatura e memória de 8 GB. O software faz o cálculo interno de vazão, transmissão das medidas em tempo real, batimetria (**Figura 8c**), e tem interface com DGPS. A telemetria entre módulos é por Bluetooth. Consiste em unidade à prova d'água que contém módulo Bluetooth (range de 200 metros), Receptor/Antena GPS, 2 baterias recarregáveis, 1 metro de cabo de conexão GPS e estação base com conexão USB Bluetooth para interface com PC do usuário.

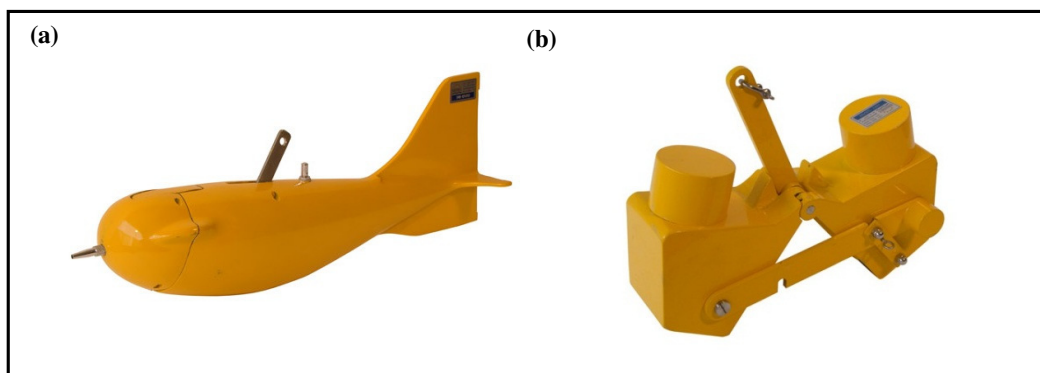
As medições de descarga sólida compreendem a amostragem de sedimento em suspensão para determinação da concentração e da granulometria dos mesmos; e a amostragem dos sedimentos do leito do rio para determinação da granulometria. A partir dessas grandezas será obtida, de forma direta, a descarga sólida em suspensão e, de forma indireta, a descarga sólida do leito. Em relação à amostragem de sedimentos em suspensão, cabe dizer que será realizada pelo método de Igual Incremento de Largura (IIL), com integração na vertical, que permite a reunião das sub-amostras das diversas verticais e que seja feita uma só análise de concentração

## P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

e de determinação da granulometria por processo adequado. Nas amostragens de material em suspensão pelo método ILL deverá ser utilizado o amostrador do tipo DH-49 mostrado na **Figura 9a**. E para coleta de material de leito será usado um amostrador de Material de Fundo tipo USBM-54 ou a draga Petersen mostrada na **Figura 9b**.



**Figura 8:** (a) Sensor ADCP portátil; (b) barco portátil com DGPS e sensor ADCP acoplado na porção inferior do barco; (c) exemplo de medida de vazão líquida e batimetria de seção transversal de rio.



**Figura 9.** (a) Amostrador de sedimentos em suspensão tipo DH-49 e (b) Draga Petersen para amostragem de sedimento de fundo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O serviço de monitoramento hidrossedimentológico da região da futura UHE Teles Pires foi iniciado com o estudo da locação dos locais das estações hidrossedimentológicas completas (pluviométricas, fluviométricas e sedimentométricas), a serem instaladas, e da visita na estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo da ANA já em operação, conforme o programado.

O cronograma do PBA (página 14) prevê o início das medições hidrossedimentológicas para janeiro de 2014, ou seja, iremos adiantar este programa em mais de um ano.

Em agosto de 2012 está programado um trabalho de campo, onde serão desenvolvidas as seguintes atividades:

## **P. 11 – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico**

---

- Fixação de réguas limnimétricas nos 3 postos fluviométricos inéditos, instalação da seção transversal materializada por dois postes alinhados, um em cada lado da margem; e instalação de duas referências de nível em cada um dos três novos pontos (padrão INCRA), posicionadas da forma como está descrito no PBA:

1. A primeira no alto da barranca antes do final do último lance de régua para facilidade de nivelamento e correção periódica dos lances;
2. A segunda em posição acima do nível de maior enchente para garantia de reposição dos lances numa eventual perda por efeito de enchentes extraordinárias.

- Início das medidas de descarga sólida e líquida nas quatro Estações Sedimentométricas/Fluviométrica/Limnimétrica;

Desta forma, com a instalação das seções de réguas já teremos dados de leituras diárias do nível fluviométrico, que será realizado por leituristas locais que serão treinados para a realização dessa atividade. E com o início das medidas de descarga sólida e líquida em setembro/12 teremos os primeiros dados desses pontos para a futura geração das curvas chaves.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

DNAEE, Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. 1977. Manual para Serviços de Hidrometria, Ministério de Minas e Energia, Brasil.

**ANEXO 1**

**MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DAS ESTAÇÕES  
FLUVIOMÉTRICAS/PLUVIOMÉTRICAS E POSTOS DE MEDIÇÃO  
SEDIMENTOMÉTRICOS**