

Projeto Básico Ambiental (PBA) UHE Teles Pires

P.11 - Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

Equipe Responsável pela Elaboração do Programa			
Responsável	Registro Profissional	Cadastro Técnico Federal – IBAMA	Assinatura
Alessandro Farinaccio	CREA 5060782999	285913	
Bruno Del Grossi Michelotto	CREA 5063023308	1500686	
José Carlos de Lima Pereira	CREA 0682403454	247006	
Marlon Rogério Rocha	CREA 5061556731	460130	

Controle de Revisão			
Revisão	Data	Descrição	Responsável/ Empresa
00	03/03/2011	Revisão Técnica	Renata Cristina Moretti/ JGP Consultoria e Participações Ltda.
01	05/05/2011 (Versão Final)	Revisao Técnica	Renata Cristina Moretti/ JGP Consultoria e Participações Ltda.

P.11 - Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

1. Introdução / Justificativa

O rio Teles Pires apresenta baixa carga de sedimentos. Com a formação do reservatório, um novo ambiente será criado onde as velocidades de escoamento serão menores. A carga sólida que vem transportada pelo rio em suspensão, por diluição ou por arraste, será em parte depositada à medida que as velocidades diminuem.

Pela complexidade do fenômeno, a estimativa da deposição dos sedimentos não é precisa. O programa de monitoramento dessa deposição no reservatório fornecerá elementos melhores do que aqueles estimados por modelos empíricos e as medidas de controle poderão ser reavaliadas ao longo do tempo de vida útil do empreendimento.

Como parte do sedimento transportado se depositará no reservatório, a jusante a água que sairá das turbinas ou pelo vertedouro poderá ter maior capacidade de erodibilidade. Dessa forma, este programa deverá, ainda, fazer o acompanhamento de processo hidrossedimentológico e de erosão fluvial a jusante do barramento.

Os principais impactos nas características hidrossedimentológicas do rio Teles Pires no segmento onde será implantada a UHE Teles Pires, identificados no EIA foram os seguintes:

1. Alteração do regime fluvial
2. Alteração das características hidráulicas do escoamento
3. Retenção de sedimento no reservatório.

As principais medidas relacionadas a estes 3 impactos são:

- Manutenção da vazão residual a jusante da barragem, não inferior ao $Q_{7.10}$ durante o período de enchimento do reservatório (atende ao impacto 1);
- Instalação de duas estações hidrossedimentológicas completas para medições de descargas líquidas/sólidas e avaliação da retenção de sedimentos no reservatório e o monitoramento a jusante da barragem (atende aos impactos 2 e 3);
- Acompanhamento e monitoramento contínuo dos volumes de sedimentos barrados/transportados pelo rio Teles Pires após a implantação do barramento (atende aos impactos 1 e 2).

Após a avaliação do proposto no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, apresentado no EIA, o IBAMA identificou a necessidade de algumas complementações ao mesmo, e, dessa forma, por meio do Parecer Técnico N° 111/2010-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 10 de dezembro de 2010 (item 9.8.1), da condicionante 2.11 da LP N° 386/2010, e nos itens j e k das exigências relativas aos Programas do Meio Físico do Ofício N° 1203/2010/DILIC/IBAMA, recomendou o seguinte:

1. *Incorporar, no âmbito do Programa Monitoramento Hidrossedimentológico, a evolução das características químicas do sedimento, fração total e <62 µm, permitindo o acompanhamento das características granulométricas do sedimento depositado, correlacionado os resultados com as análises físico-químicas para monitoramento da qualidade de águas superficiais.*
2. *Avaliar e propor medidas de ampliação da vida útil do empreendimento, uma vez que completada a sedimentação do volume morto aumenta o risco associado a manutenção das turbinas e a limpeza da grade de proteção da tomada d'água, não havendo garantias de que o empreendimento seja viável economicamente a longo prazo.*
3. *Recomendamos ainda que seja definida a localização do impacto, se na ADA e no entorno, ou se só no entorno, para os fins de avaliação visando o detalhamento das respectivas proposições das ações de acompanhamento previstas no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.*
4. *Inserir no âmbito do programa de hidrossedimentologia a complementação de análises de sedimentos incluindo os metais alumínio, ferro, manganês, e bário. (solicitação a ser atendida em conjunto com a exigência 1, acima).*

Desta forma, o recomendado nos referidos documentos foi incorporado a este Programa conforme procedimentos apresentados na seção Metodologia/Atividades a serem desenvolvidas, com exceção do item 4 acima citados, que serão contemplados no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água.

2. Objetivos

O monitoramento hidrossedimentológico visa a acompanhar a evolução da deposição de sedimentos e avaliar os aportes das descargas sólidas ao reservatório da UHE Teles Pires. Para o monitoramento do aporte de sedimentos ao reservatório deve-se contar com seções de medição de vazão sólida que deverão estar situadas fora da área de remanso do reservatório.

Além do acompanhamento do aporte de descargas sólidas será feito o monitoramento da deposição de sedimentos no reservatório por meio de levantamento de seções topobatimétricas, as quais poderão ser reavaliadas no caso de ocorrência de alterações hidráulicas.

O monitoramento a jusante da Casa de Força tem como objetivo registrar o aporte de sedimentos e a evolução do leito do rio no trecho logo a jusante do eixo da barragem.

O Programa ainda tem como objetivo associado compreender a evolução das características químicas do sedimento, correlacionado os resultados com as análises físico-químicas para monitoramento da qualidade de águas superficiais.

3. Metas

Tendo em vista a necessidade de dados contínuos para análise de tendência de séries, recomenda-se a observância das seguintes metas para as medições sedimentométricas:

- Implantação e operação de 3 (três) estações hidrossedimentométricas completas (estação sedimentométrica + fluviométricas + 1 liminométrica) em até dois anos antes do enchimento do reservatório, aceitando um atraso máximo de 3 meses;
- Medições de descargas líquidas/sólidas: com a frequência trimestral das medições a partir da instalação das estações, aceitando-se no máximo uma falha por ano;
- Análise de Laboratório: com análise das amostras coletadas a partir da implantação das estações completas, aceitando-se no máximo a ausência de uma amostra por ano;
- Amostra de Sólidos em Suspensão: como são coletadas por seção de medição no mínimo 3 garrafas por vertical, recomenda-se como meta no máximo a ausência de 6 garrafas por amostra no ano;
- Amostra de Fundo: recomenda-se como meta no máximo a ausência de uma medição por ano;
- Apresentação de resultados: elaboração de relatórios parciais trimestrais e de consolidação a cada 6 (seis) meses, cuja meta é de 15 dias de elaboração a partir da data de corte dos relatórios trimestrais e de 30 dias após a data de corte para os relatórios de consolidação.

4. Área de Abrangência

Em atendimento ao Parecer Técnico Nº 111/2010-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA de 10 de dezembro de 2010, que solicita a determinação da real do local do impacto, define-se a que a área de abrangência do Programa se limita à Área Diretamente Afetada (ADA) e à Área de Influência Direta (AID). Dessa forma, considera-se que o impacto ocorre na ADA e seu entorno, com destaque para o impacto previsto a jusante da Casa de Força.

5. Base Legal e Normativa

Como órgão oficial responsável pela rede hidrosedimentológica, a ANA recomenda que novas estações sejam devidamente registradas, para serem inseridas na rede hidrometeorológica brasileira passando deste modo a dispor de código oficial específico.

Uma vez oficializado o registro da estação, os dados coletados passam a ser repassados para a ANA, para assim fazerem parte do Hidroweb que é o Banco de Dados da Agência.

O uso de estações hidrometeorológicas com fins de monitoramento tem a sua base legal respaldada na Resolução Conjunta ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica / ANA - Agência Nacional de Águas Nº 03 de 10 de agosto de 2010, que revoga a Resolução ANEEL Nº 396 de 04 de dezembro de 1998. Essa Resolução aplica-se a todos os aproveitamentos hidrelétricos e determina a obrigatoriedade, por parte dos Concessionários e Autorizados, de instalar, manter e operar estações hidrometeorológicas na área de abrangência dos empreendimentos, conforme as condições previstas na Resolução.

Para o monitoramento, a quantificação e o número de estações a serem instaladas é função da área de drenagem incremental de cada aproveitamento, de acordo com as faixas estabelecidas pela Resolução supracitada.

Cabe destacar que a Resolução ANEEL/ANA 03/10 complementa a Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. É objetivo do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos coletar, reunir, dar consistência e divulgar dados e informações sobre a situação dos recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

A atividade de fiscalização será exercida pela ANA em conformidade com o disposto na Resolução Nº 82 de 24 de abril de 2002, republicada em abril de 2003.

Por fim, cumpre enfatizar que os diplomas legais acima citados devem somar-se, quando pertinentes, às condicionantes estabelecidas pelas legislações estaduais dos Estados de Mato Grosso e Pará.

6. Metodologia/Atividades a serem desenvolvidas

6.1 Contratação dos serviços e aquisição dos equipamentos

Esta atividade corresponde às ações relacionadas à contratação dos serviços e aquisição de equipamentos da rede para obtenção de dados em tempo real. Esta atividade inclui a elaboração de termo de referência com especificação técnica para licitação da compra dos equipamentos de aquisição e transmissão de dados em tempo real, bem como a operação e manutenção dos equipamentos.

Está prevista a aquisição e transmissão de dados em tempo real em 3 (três) estações hidrossedimentológicas completas que incluem uma estação hidrossedimentométrica, 1 fluviométrica e 1 limnimétrica.

6.2 Instalação das estações hidrossedimentométricas completas e fluviométricas

Os trabalhos de operação das estações a serem utilizadas no monitoramento da UHE Teles Pires, compreendendo a instalação, aquisição de leituras de réguas, realização de medições de descarga líquida e de descarga sólida, serão realizados segundo as normas do extinto DNAEE (1970), das instruções indicadas nos guias da ANEEL (CARVALHO *et al.*, 2000a,b), bem como o orientado pelos Manuais da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1994; WMO, 2003), e de outras entidades, como o Serviço Geológico dos Estados Unidos e o Departamento do Interior dos Estados Unidos.

Conforme previsto no EIA da UHE Teles Pires, os locais de instalação dessas estações deverão ser discutidos com a ANA, órgão responsável pelo controle dessas estações em rios federais. Contudo, com base nos dados obtidos dos estudos de diagnóstico e nas características do rio Teles Pires, propõe-se a implantação das estações nos seguintes locais:

Estação	Tipo da Estação	Locais Propostos	Coordenadas
Completa 1 (Teles Pires)	Sedimentométrica 1 Fluviométrica 1 Limnimétrica 1	Rio Teles Pires, a montante do futuro remanso, na confluência com o rio Santa Helena.	9°32'30"S 56°18'51"W
Completa 2 (Teles Pires)	Sedimentométrica 2 Fluviométrica 2 Limnimétrica 2	Rio Teles Pires, aproximadamente a 500m a jusante da Casa de Força.	9°32'30"S 56°46'36"W
Completa 3 (Paranaíta)	Sedimentométrica 3 Fluviométrica 3 Limnimétrica 3	Rio Paranaíta, a montante do futuro remanso	9°44'03"S 56°37'55"W

A localização proposta para as estações é representada na **Figura 6.2.a**.

Os postos a serem instalados deverão ser posicionados numa das margens com os lances de réguas de forma a permitir a execução de leituras desde cotas inferiores ao nível mínimo ocorrido a cotas superiores à maior enchente registrada.

Nas estações onde serão realizadas medições de descarga líquida e sólida será estabelecida uma seção transversal materializada por dois postes alinhados, um em cada margem, a fim de permitir a realização dessas medições em qualquer situação de nível d'água. Em cursos d'água estreitos, até 200 m de largura, os postes deverão permitir a medição com cabo de aço.

Em rios largos, os postes serão utilizados para balizamento e deverão ter cores diferenciadas para permitir posicionamento adequado do barco.

Em todos os locais onde existirem réguas deverão ser instaladas duas referências de níveis como a seguir:

1. A primeira no alto da barranca antes do final do último lance 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.

Todas as referências de nível deverão ser em concreto, nas dimensões indicadas nas normas do DNAEE (1970), e amarradas ao *Datum* oficial do IBGE.

Preferencialmente, os postos a serem instalados deverão ser posicionados em locais com moradores próximos a serem contratados e devidamente treinados, para efetuar leituras duas vezes ao dia, manter o local limpo e zelar pela integridade das instalações. A ficha descritiva da estação deverá ser elaborada pelo hidrometrista, de acordo com as normas da Agência Nacional de Águas.

Critérios de manutenção das estações

Em cada visita ao posto, o hidrometrista deverá inspecionar os lances de réguas, verificando seu estado de conservação e limpeza, as condições de acesso, a verticalidade das réguas, a legibilidade das escalas e facilidades de leitura. A re-instalação será providenciada caso algum lance tenha sido carregado por enchente ou desaparecer por qualquer outro motivo.

As seções transversais de medições deverão ser mantidas limpas e visíveis para permitir a realização das medições comodamente. Os postes de materialização deverão ser mantidos pintados para permitir boa visibilidade. Os postos fluviométricos de outras entidades (caso existam) deverão também merecer cuidados se estiverem em más condições. Nesse caso, o engenheiro responsável pela rede deverá notificar os responsáveis pela operação dos postos daquelas entidades e solicitar permissão para a realização da manutenção necessária.

Em cada visita ao posto o hidrometrista deverá preencher o formulário “Ficha de Inspeção” indicando as condições do posto no momento da visita e todas as providências realizadas ou a ser executadas no futuro.

6.3 Medições de descargas líquidas/sólidas

As medições de descargas líquidas/sólidas que são efetuadas atualmente na estação fluviométrica de Jusante Foz Peixoto de Azevedo, no município de Alta Floresta, deverão ter continuidade a partir do início da construção do empreendimento. Nas seções a serem implantadas no reservatório as medições terão periodicidade mensal

durante a construção do empreendimento e até os dois primeiros anos de operação, passando para a frequência bimensal após este período, devendo ser mantido durante toda a vida útil do empreendimento.

Medições de descarga líquida

As medições de descarga líquida serão realizadas preferencialmente com medidores acústicos de efeito doppler (ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler) de 300 kHz.

Uma metodologia alternativa ao uso de ADCP é o uso de molinete hidrométrico de eixo horizontal, suspenso em guincho hidrométrico, com 50m de cabo e com uso de lastro adequado às velocidades da ocasião da medição (20, 30 ou 50 quilos). Nesse caso, as medições deverão ser preferencialmente realizadas pelo método detalhado (superfície, 0,20, 0,40, 0,60, 0,80 da profundidade e fundo) de acordo com as normas do DNAEE (1970). Em ocasião de enchentes, com velocidades acima de 2 m/s, poderá ser utilizado o método de dois pontos (0,20 e 0,80 da profundidade de cada vertical) a critério do responsável pelo Programa.

Medições de descarga sólida

As medições de descarga sólida compreendem a amostragem de sedimento em suspensão para determinação da concentração e da granulometria e amostragem do leito para determinação da granulometria (além da medição da descarga líquida). A partir dessas grandezas será obtida, de forma direta, a descarga sólida em suspensão e, de forma indireta, a descarga sólida do leito.

Normalmente, a quantidade transporte de sedimentos de arrasto representa uma fração pequena em relação à carga total de sedimentos, variando normalmente entre o 1,0% e 20,0% do transporte total. Todavia, devido a sua importante contribuição a morfologia fluvial em rios e ambientes costeiros, é uma informação necessária e essencial nos estudos sobre evolução de canais de navegação, formação de deltas e sedimentação de reservatórios.

Basicamente, existem duas formas de quantificar a carga sólida de arrasto de uma corrente d'água: mediante métodos diretos (*in situ*) ou por métodos indiretos (VANONI, 1975; CARVALHO *et al.*, 2000a). As medições diretas são feitas mediante o uso de amostradores portáteis apoiados no leito ou mediante o uso de estruturas fixas ou fendas que retém o sedimento na seção transversal. Dentre as medições indiretas destaca-se principalmente o uso de fórmulas de previsão do transporte de sedimentos que utilizam dados hidrossedimentológicos da corrente.

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 subamostras das diversas verticais e que seja feita uma só análise de concentração e de determinação da granulometria por processo adequado. Nas amostragens de material em suspensão pelo método IIL deverá ser utilizado o equipamento adequado às profundidades.

Em relação ao procedimento de amostragem, cabe destacar que o método IIL é o método mais utilizado para amostragem da mistura água-sedimento, devido a sua simplicidade. No método, a área da seção transversal é dividida numa série de verticais igualmente espaçadas. Em cada vertical se utiliza a amostragem por integração na vertical, mas com a mesma velocidade de trânsito em todas as verticais. Nesse caso deve-se também utilizar sempre o mesmo amostrador, com o mesmo bico. Como as velocidades médias em cada vertical são diferentes, diminuindo geralmente do talvegue para as margens, então as quantidades amostradas por garrafa vão se reduzindo a partir do talvegue.

Para a operação de campo e obtenção adequada das diversas amostras, em primeiro lugar é feita a medida da descarga líquida com verticais escolhidas igualmente espaçadas para se ter as velocidades médias da corrente para o cálculo dos tempos de amostragem. O bico do amostrador é escolhido conforme a velocidade: em baixas velocidades, usa-se o bico de 1/4"; em velocidades moderadas, o bico de 3/16" e em maiores velocidades, o de 1/8". É necessário que a primeira sub-amostra seja otimizada, isto é, que seja coletado um volume até o limite permitido na garrafa, ou próximo. As outras sub-amostras serão obtidas com tempos proporcionais. As subamostras obtidas podem ser combinadas em uma só amostra composta para determinação da concentração média e, se necessário, da granulometria média.

Na coleta de sedimento do leito, deverá ser utilizado um amostrador que garanta a obtenção da mesma quantidade de material em cada vertical (ex. amostrador BM-54).

Deverá ser utilizado também o método de igual incremento de largura nessas amostragens, com as verticais coincidentes com as verticais de amostragem de sedimento em suspensão. Nas situações em que as velocidades estiverem elevadas, superiores a 3,0m/s, e com dificuldades de amostragem, pode-se acoplar um lastro acima do amostrador BM-54 de forma a garantir a amostragem (DAVIS, 2005).

As amostras obtidas deverão ser colocadas em sacos independentes, etiquetados adequadamente e enviadas ao laboratório para análise de granulometria. Os frascos com amostras em suspensão e os sacos plásticos com amostras do leito deverão estar bem acondicionados e protegidos para não haver perda de material no transporte.

6.4 Cálculos da descarga líquida e sólida

Os resultados da medição da descarga líquida, as anotações de campo durante a realização das medições e as anotações durante a análise laboratorial deverão ser encaminhados ao responsável pelo programa para cálculo da descarga sólida em suspensão e total.

Quando as medições da descarga líquida são realizadas mediante molinete hidrométrico, os resultados de todos os cálculos deverão compor um arquivo específico para cada estação, contendo: número da medição, data de realização, cota do nível d'água, largura, profundidade média, velocidade média, área da seção, descarga líquida e observações.

No caso da medição ser realizada com ADCP, o software de aquisição e pós-processamento de dados (*WinRiver*) determina automaticamente todos esses dados.

A descarga sólida do leito poderá ser calculada através dos seguintes métodos: método modificado de Einstein, Toffaletti, van Rijn (todos os métodos descritos foram desenvolvidos originalmente para escoamentos com leito de areia). O método modificado de Einstein permite obter a descarga em suspensão medida, a descarga sólida não medida, a descarga de arrasto e a descarga sólida por faixas granulométricas.

É possível obter valores aproximados da descarga de sedimentos em suspensão através de tecnologias alternativas, como o uso de turbidímetros ou o uso de ADCP's, mas em ambos os casos deve-se realizar a calibração dos mesmos a partir de medições pontuais de sedimento em suspensão. Quanto maior o número de pontos e de verticais, melhor a calibragem a ser obtida. No entanto destaca-se que essas metodologias são exploratórias e não se encontram totalmente estabelecidas na literatura.

Os resultados finais consistirão de um relatório de cada medição incluindo as listagens da granulometria por porcentagens de faixas granulométricas e por porcentagens de argila, silte, areia fina, areia média, areia grossa e cascalho.

6.5 Processamento dos dados

Os cálculos da descarga líquida e descarga sólida serão utilizados para o processamento final dos dados. O primeiro passo será a obtenção de níveis médios diários em boletins mensais e semestrais. Isso será feito para todos os meses e anos de operação das réguas.

O segundo passo será a análise de consistência dos dados de vazões e de descarga sólida pelos processos conhecidos. O terceiro passo será a obtenção da curva-chave de vazões com os valores de níveis e descarga líquida medida, $Q = f(h)$. Pela aplicação da equação da curva-chave nos valores dos boletins de níveis d'água médios anuais serão obtidos os boletins de vazões médias diárias para todos os anos de operação da estação.

O quarto passo será a obtenção da curva-chave de sedimentos com os valores de descarga sólida em suspensão medida em função da vazão, $Q_{sm} = f(Q)$. Pela aplicação da equação da curva-chave de sedimentos nos valores dos boletins de descarga líquida serão obtidos os boletins da descarga sólida em suspensão medida para todos os anos de operação do posto.

6.6 Análises laboratoriais

As análises de laboratório deverão envolver a determinação de curvas granulométricas do material em suspensão e do material de fundo. Após as análises de laboratório, será feito o cálculo de descarga sólida total, com o que será possível estabelecer relações funcionais entre as vazões líquidas e sólidas para cada posto constante da rede.

Uma vez no laboratório o responsável registrará cada amostra e armazenará para análise posterior, considerando em cada caso a metodologia a ser utilizada. As amostras de

sedimento em suspensão deverão ser analisadas para obtenção da concentração e da granulometria. Atualmente, os métodos mais utilizados para determinação da concentração de sedimentos no laboratório são os métodos de filtração e evaporação.

Considerando que as amostras de sedimento em suspensão deverão ser analisadas para obtenção da concentração e da granulometria, deverão ser utilizados preferencialmente os métodos do tubo de remoção pela base e o de pipetagem para essas análises. No entanto, antes desse processo deverão ser removidas, por peneiramento, as frações com dimensões iguais ou maiores que areia de toda a amostra. Esse peneiramento é feito em “peneirinhas” de 5 cm de diâmetro que depois são levadas a estufa e, em seguida, pesadas.

As amostras de sedimento do leito deverão ser analisadas para obtenção da granulometria por peneiramento. Caso haja resíduo significativo na última peneira, esse resíduo de silte e argila deverão ser então analisados por método semelhante aos explicitados para o sedimento em suspensão.

Esta atividade prevê ainda a análise das características granulométricas e químicas dos sedimentos, fração total e $< 62 \mu\text{m}$ (silte e argila). A análise dos parâmetros alumínio, ferro, manganês e bário, solicitada na condicionante 2.11 da LP N° 386/2010, será desenvolvida no Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade Água, já que o mesmo contempla a análise química dos sedimentos.

Os resultados obtidos das análises físico-químicas serão correlacionados com os resultados das análises realizadas no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade Água.

Cumprе ressaltar que o Programa de Investigação da Contaminação de Solo por Mercúrio irá investigar a contaminação dos solos das áreas de implantação das obras civis.

6.7 Monitoramento hidrossedimentológico permanente e proposição de Ações para incremento da vida útil do empreendimento

A partir do momento que ocorre o enchimento do reservatório altera-se o comportamento hidráulico e sedimentométrico do curso d'água. Um dos primeiros reflexos possíveis é o assoreamento do reservatório (na área denominada delta do reservatório, na extremidade a montante). No início, a capacidade de reter sedimento é função do volume de sedimento afluente, da granulometria do sedimento, da topografia local, do tipo de operação do reservatório, da vazão afluente, do tempo de residência da água no reservatório e outros fatores. À medida que o reservatório vai se alterando, a capacidade de reter sedimentos vai diminuindo.

O monitoramento hidrossedimentológico programado e constante (fundamentalmente descarga sólida) permitirá que se calcule anualmente a eficiência de retenção de sedimentos e, com isso, a evolução da eficiência de retenção.

O acompanhamento do possível assoreamento do reservatório da UHE Teles Pires através dos levantamentos realizados, e estudos paralelos de fluxo de sedimentos no trecho permitirão a adoção de medidas de proteção que forem necessárias em tempo hábil.

7. Indicadores de Desempenho

Os indicadores de avaliação deste projeto consistem da adequada operação da rede hidrossedimentométrica, sem interrupções ou falhas no monitoramento e com valores consistentes.

8. Etapas / Prazos

O programa terá início na Fase de Implantação do empreendimento. Durante esta fase e até os 5 (cinco) primeiros anos de operação da usina e do reservatório, as campanhas de monitoramento com as medições de descargas líquidas e sólidas deverão ser realizadas trimestralmente, passando para a frequência semestral após este período, devendo ser mantido durante toda a concessão do empreendimento (30 anos).

Os prazos para realização das atividades já descritas na **Seção 6.0** encontram-se no cronograma inserido no final deste programa.

9. Relatórios

Está prevista a elaboração de Relatórios Parciais trimestrais e Relatórios de Consolidação a cada 6 (seis) meses. Os Relatórios Parciais deverão conter os principais resultados das medições efetuadas (leituras de réguas, análises granulométricas, medições das descargas, etc), discutindo eventuais desvios nas atividades executadas.

Os Relatórios semestrais, a serem apresentados ao IBAMA deverão contemplar a consolidação comentada dos dados acima, apresentando uma análise de tendências do comportamento hidrossedimentométrico objeto do monitoramento.

10. Recursos Humanos e Materiais Necessários

Para a execução desse Projeto o empreendedor deverá contar com uma equipe de campo composta pelos seguintes profissionais:

- 1 Hidrólogo Sênior;
- 1 Hidrólogo Pleno;
- Auxiliares de Campo;
- Barqueiro.

Além de todos os equipamentos que compõem as estações, serão necessários barcos e veículos terrestres.

11. Parcerias Recomendadas

No desenvolvimento do programa, deverão ser estabelecidas parcerias com os seguintes órgãos:

- SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente dos Estados do Pará e do Mato Grosso
- ANA – Agência Nacional de Águas;
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

Além destas instituições, estão previstas parcerias com os outros empreendimentos hidrelétricos, a serem futuramente instalados na Bacia do Rio Teles Pires.

12. Interface com outros Planos, Programas e Projetos

Os Programas que apresentam interface com o Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico são:

- Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e de Processos Erosivos;
- Programa de Limnologia e da Qualidade da Água;
- Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas;
- Programa de Monitoramento Climatológico;
- Programa de Investigação da Contaminação por Mercúrio
- Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social

13. Referências Bibliográficas

CARVALHO, N.O., Filizola Jr., N.P., dos Santos, P.M.C. & Lima, J.E.F.W., 2000 *Guia de Práticas Sedimentométricas*, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília.

CARVALHO, N.O., Filizola Jr., N.P., dos Santos, P.M.C. & Lima, J.E.F.W., 2000 *Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios*, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília.

DAVIS, B.E., 2005. *A Guide to the Proper Selection and Use of Federally Approved Sediment and Water-Quality Samplers*, Vicksburg, MS, U.S. Department of the Interior – U.S. Geological Survey, Open-File Report 2005-1087, 20p.

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), 1970. *Normas e Recomendações Hidrológicas - Anexo II Fluviometria*, Ministério das Minas e Energias, estabelecidas pelo Decreto N° 60852 de 14 de junho de 1967, Brasília.

Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), 1970. *Normas e Recomendações Hidrológicas - Anexo III Sedimentometria*, Ministério das Minas e Energias, estabelecidas pelo Decreto N° 60852 de 14 de junho de 1967, Brasília.

VANONI V.A., 1975. *Sedimentation Engineering* (Manuals and Reports on Engineering Practice, No. 54), ASCE, 726p.

World Meteorological Organization (WMO) N° 168, 1994. *Guide to Hydrological Practices*, Data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications, Fifth Edition, Geneva, Switzerland.

World Meteorological Organization (WMO) N° 948, 2003. *Manual on Sediment Management and Measurement* by Yang Xiaoqing, Operational Hydrology Report N° 47, Geneva, Switzerland.

