

UHE SANTO ANTÔNIO



MODELAGEM MATEMÁTICA DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 14

PJ0696-Z-H41-GR-RL-112-0A

MARÇO/2010

UHE SANTO ANTÔNIO

MODELAGEM MATEMÁTICA DO COMPORTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTONIO

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 14

PJ0696-Z-H41-GR-RL-112-0A

MARÇO/2010

0	30/03/2010	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.

ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
1.	INTRODUÇÃO	03
2.	ANDAMENTO DOS SERVIÇOS	06
2.1.	MODELO UNIDIMENSIONAL	07
2.1.1.	<u>Ajustes e Nova Calibragem do Modelo Unidimensional</u>	07
2.2.	MODELO BIDIMENSIONAL	08
2.2.1.	<u>Definição dos Cenários a Modelar</u>	08
2.2.2.	<u>Produção e Apresentação de Resultados</u>	08
2.2.3.	<u>Recalibração e verificação</u>	09

1. INTRODUÇÃO

**Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

Conforme citado no Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, parte integrante do Projeto Básico Ambiental, a ampliação da base de dados hidrossedimentológicos obtida com a continuidade das campanhas hidrométricas realizadas após o EVTE e o EIA, determina uma revisão ampla dos Estudos Hidrossedimentológicos então realizados. Esta revisão se aplica fundamentalmente sobre a determinação e estabelecimento da curva de descarga líquida e curva de descarga sólida, além da distribuição granulométrica dos sedimentos nas principais estações fluviométricas do trecho em estudo.

Dessa forma, a nova análise deverá conter, entre outros:

- Modelagem matemática uni-dimensional do transporte de sedimentos do rio Madeira em condições atuais e com reservatório através da aplicação do modelo HEC-6, incluindo o trecho a jusante do aproveitamento, avaliando a evolução temporal das condições de assoreamento do reservatório e de erosão a jusante;
- Modelagem matemática bi-dimensional do transporte de sedimento do rio Madeira que deverá se restringir às regiões próximas ao barramento da UHE Santo Antônio (5 km a montante e 9 km a jusante), onde as maiores profundidades e o alargamento proporcionado pela barragem, a montante, e os efeitos das estruturas de descargas, a jusante, têm influências significativas sobre o comportamento sedimentológico.

Esses estudos, propostos no relatório Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e dos Futuros Reservatórios, de janeiro de 2008, têm por objetivos:

- Aprofundar o conhecimento sobre o comportamento sedimentológico do rio Madeira nas condições atuais, anteriores à construção do aproveitamento de Santo Antônio, considerando todas as informações disponíveis até o presente;
- Prognosticar a evolução do comportamento do rio Madeira ao longo de todo o estirão afetado pela implantação do reservatório, ampliando a base de dados disponível e empregando as melhores técnicas de modelagem existentes e compatíveis com essa base;
- Detalhar o prognóstico do comportamento hidrossedimentológico das porções do reservatório próximas à barragem da UHE Santo Antônio, com auxílio de modelos bidimensionais;
- Deixar implantada ferramenta de análise sedimentológica (modelo unidimensional) que permita o acompanhamento dos processos prognosticados, após a entrada em operação do aproveitamento.

A empresa HICON Engenharia Ltda. foi contratada para a realização do trabalho de modelagem matemática.

Em julho de 2008, foi emitido o Relatório de Andamento – RA 1 - PJ0696-B-R00-ZZ-RL-001-0, com a descrição dos serviços de modelagem matemática do comportamento sedimentológico do rio Madeira e do futuro reservatório da UHE Santo Antônio realizados

***Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio***

até então. Considerando que o Contrato de Prestação de Serviços para a realização desses trabalhos 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. A partir de então, os demais Relatórios de Andamento vem sendo emitidos mensalmente, sempre contendo as atividades desenvolvidas entre os dias 16 do mês anterior e 15 do mês subsequente.

Este relatório, o RA 14, apresenta os serviços realizados no período de 16 de fevereiro a 15 de março de 2010.

2. ANDAMENTO DOS SERVIÇOS

O trabalho realizado no período de 16 de fevereiro a 15 de março de 2010 contemplou diversas atividades das etapas de modelagem, incluindo a geração de resultados preliminares da modelagem bidimensional. Segue uma descrição das atividades mais relevantes realizadas no período.

2.1. MODELO UNIDIMENSIONAL

Os esforços despendidos nessa etapa visaram a preparação e apresentação dos resultados encontrados com a modelagem unidimensional, cujo relatório havia sido emitido em dezembro, e análise e discussão dos eventuais impactos que possam surgir a partir a implantação dos empreendimentos. Esta apresentação foi realizada, no dia 09/03/2010, com a participação das equipes representantes de ambos os aproveitamentos, UHE Santo Antônio e UHE Jirau. Material para ser apresentado aos órgãos competentes vem sendo realizado durante esse período.

2.1.1. Ajustes e Nova Calibragem na Modelagem Unidimensional

No mês de dezembro passado, a PCE foi orientada pela SAE a considerar a alteração promovida pelo IBGE, que elevou em cerca de 49 cm a altitude das referências de nível na região da cidade de Porto Velho, incluindo aquelas usadas na determinação dos níveis d'água em algumas seções do modelo matemático unidimensional.

Foi constatada também a necessidade de realizar levantamentos topográficos complementares para esclarecer dúvidas ainda existentes sobre a correta altitude dos marcos que serviram de referência para a determinação dos zeros de algumas réguas instaladas no rio Madeira.

Esses fatos, entre outras conseqüências, resultam na necessidade de realização de ajustes na modelagem e de nova calibragem geral.

Assim, enquanto o contrato entre a SAE e a PCE, para a Modelagem Matemática do Comportamento Sedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antonio, está sendo aditado para incluir esses novos serviços, a PCE efetuou a contratação de empresa especializada para a realização dos levantamentos topográficos citados anteriormente.

Os levantamentos complementares de campo contratados foram mobilizados ainda no final do mês de fevereiro passado e devem se estender até meados de abril, quando então deverão ser complementados os estudos da modelagem unidimensional, com prazo de conclusão previsto para 15 de junho de 2010.

Em razão disso, os estudos de revisão da configuração e calibragem do modelo unidimensional não poderão ser concluídos no prazo de 31 de março de 2010, determinado pela ANA.

2.2. MODELO BIDIMENSIONAL

2.2.1. Definição dos Cenários a Modelar

Na definição dos cenários a modelar deverá se buscar não somente as situações operativas esperadas, como defluências pelas casas de força, mas também situações de vazões extremas e defluências assimétricas pelas diversas estruturas. Foram consideradas vazões que além de representar condições importantes estejam planejadas para serem simuladas também no modelo físico.

O Quadro 2.1 apresenta a relação final dos cenários de vazão que serão considerados nas análises hidrodinâmicas para simulação com o modelo bidimensional.

**Quadro 2.1.
Vazão consideradas para simulação com o modelo bidimensional**

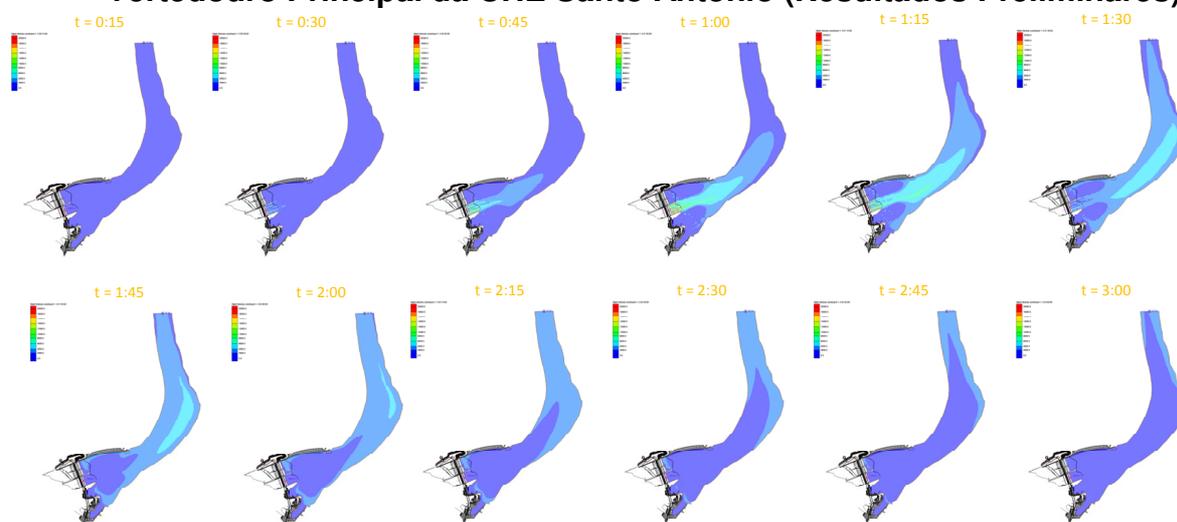
Qtot	CF1	CF2	CF3	CF4	VP	VC	NA Jus	Descrição
m ³ /s	m							
8 000	1 880	0	4 624	1 496	0	0	47.79	Assimetria no Turbinamento
20 295	4 101	5 075	5 103	6 016	0	0	52.81	MLT
25 248	4 618	6 885	6 957	6 788	0	0	54.34	Turbinamento Máximo
41 265	4 019	7 076	7 062	7 095	16 014	0	58.40	Chela Anual (vazão dominante de transporte)
49 538	3 852	6 492	6 422	6 514	26 259	0	60.16	Chela Eventual (TR=10 anos)
41 200	4 800	0	0	0	36 400	0	58.38	1o Ano (TR2 =anos)

Em uma segunda etapa, deverão ser simulados cenários para situações específicas, como, por exemplo, abertura abrupta do vertedouro e dispersão das descargas sólidas a jusante.

2.2.2. Produção e Apresentação de Resultados

Foram elaborados e apresentados os resultados preliminares da simulação da hipótese de descarga pelo vertedouro principal com altas concentrações de sedimento fino. Para esta simulação foram utilizados os modelos hidrodinâmico RMA2 e de transporte de constituintes (qualidade da água) RMA4. Neste caso, foi considerada uma descarga líquida constante, de 25.000 m³/s com concentrações variadas no tempo. Esta simulação foi realizada em escoamento não permanente. A figura a seguir apresenta a propagação da pluma de concentração de sedimentos descarregada para jusante pelo vertedouro, na hipótese, conservadora, de paralisação abrupta das turbinas e desvio das vazões afluentes totalmente pelo vertedouro principal, em uma condição de turbinamento máximo. Nota-se que eventuais descargas com altas concentrações liberadas pelas estruturas, por exemplo vertedouro, deveriam se deslocar com grandes velocidades, tendo ultrapassado a seção junto a cidade de Porto Velho em menos de 4 horas.

**Figura 2.1.
Deslocamento da Pluma de Concentração de Sedimentos Descarregada pelo
Vertedouro Principal da UHE Santo Antônio (Resultados Preliminares)**



2.2.3. Recalibração e Verificação

Grande parte dos esforços despendidos nessa etapa, durante o período correspondente a esse relatório, esteve relacionado à re-construção das malhas, simplificada e detalhada, para o trecho de montante. Esta atividade foi necessária visto que a malha anterior não incorporava modificação recente no arranjo. Essas modificações incluíram, sobretudo, implementação de espigões para melhoramento das condições de aproximação às estruturas, tanto às tomadas d'água quanto aos vertedouros.

Como dito anteriormente, foi necessário a elaboração de duas malhas de elementos finitos para construção dos modelos bidimensionais de cada trecho, visto que estas deverão ser consideradas em simulações distintas. A primeira malha apresenta um detalhamento maior da região das estruturas e margens, visando representar com maior fidelidade a influência das mudanças no escoamento devido à implantação das estruturas do aproveitamento. Estas simulações serão realizadas somente com o módulo hidráulico. Uma segunda malha, menos detalhada, ou seja, com um número bem menor de elementos, foi utilizada para a simulação, por períodos mais longos (dias), considerando o módulo de cálculo de transporte de sedimentos, visto que este último apresenta uma demanda computacional consideravelmente superior ao módulo puramente hidráulico.

A figura 2.2 apresenta as malhas, detalhada e simplificada, para o trecho de montante.

Figura 2.2.
Malhas Detalhada e Simplificada Construídas para o Trecho de Montante

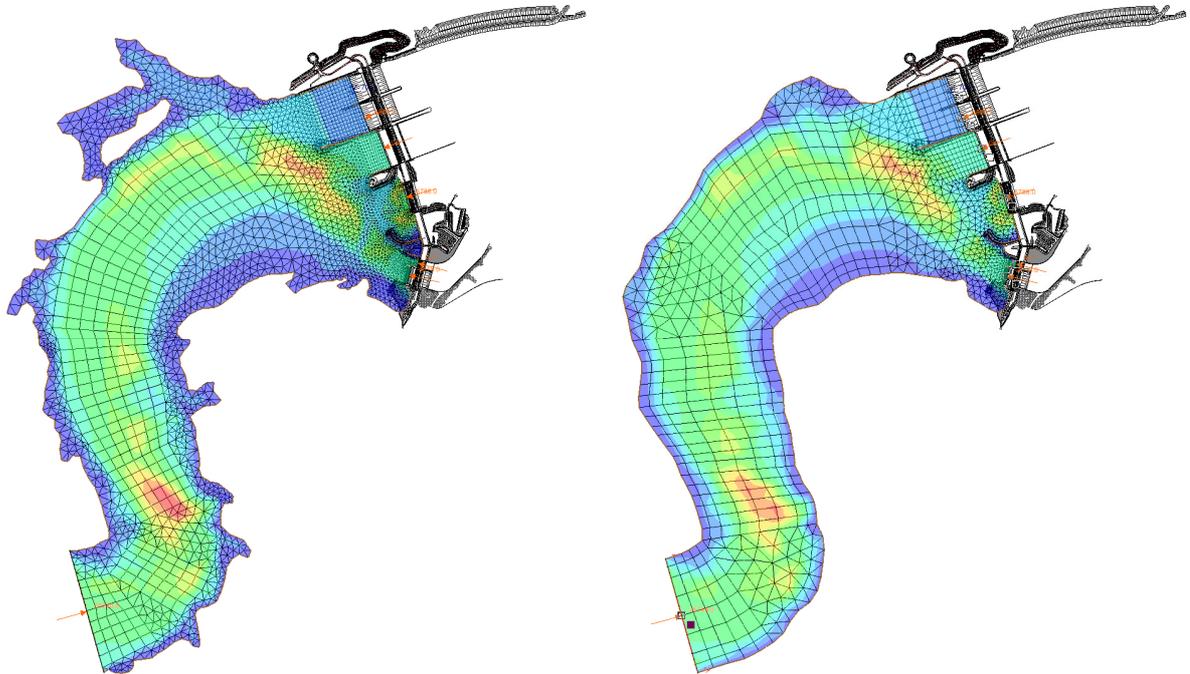


Figura 2.3.
Velocidades com Diferentes Malhas Detalhada e Simplificada

