

UHE SANTO ANTÔNIO



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

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 13

PJ0696-Z-H41-GR-RL-111-0A

FEVEREIRO/2010

UHE SANTO ANTÔNIO

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

RELATÓRIO DE ANDAMENTO – RA 13

PJ0696-Z-H41-GR-RL-111-0A

FEVEREIRO/2010

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.
0	26/02/2010	EMISSÃO INICIAL	MAS/FBM	EFM	JCS

ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
1.	INTRODUÇÃO	03
2.	ANDAMENTO DOS SERVIÇOS	06
2.1.	MODELO UNIDIMENSIONAL	07
2.2.	MODELO BIDIMENSIONAL	07
2.2.1.	<u>Definição dos Cenários a Modelar</u>	07
2.2.2.	<u>Calibração dos Modelos</u>	07
2.2.3.	<u>Produção de Resultados Preliminares</u>	10

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 13, apresenta os serviços realizados no período de 16 de janeiro a 15 de fevereiro de 2010.

2. ANDAMENTO DOS SERVIÇOS

O trabalho realizado no período de 16 de dezembro de 2009 a 15 de janeiro de 2010 contemplou atividades predominantemente da fase 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, sobretudo, o aproveitamento da UHE Santo Antônio. Esta apresentação foi realizada, no dia 18/02/2010, com a participação de Santo Antonio Energia, Furnas e PCE.

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.

Primeiramente, deverá buscar a compreensão hidrodinâmica do sistema. Assim, os primeiros cenários a serem simulados devem se limitar a situações usuais e recorrentes. 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. A Tabela 2.1., a seguir, apresenta uma lista de algumas das situações operativas que deverão ser simuladas e analisadas.

**Tabela 2.1.
Regras Operativas que serão Simuladas para a UHE Santo Antônio**

Qtot	CF1	CF2	CF3	CF4	VP	VC	NA Jus.
m³/s	m						
5420	1695	1016	1358	1351	0	0	46.25
20295	4101	5075	5103	6016	0	0	52.81
25248	4618	6885	6957	6788	0	0	54.34
41265	4019	7076	7062	7095	16014	0	58.40
49538	3852	6492	6422	6514	26259	0	60.16
61775	3852	6492	6422	6514	26256	12240	62.50

2.2.2. Calibração dos Modelos

Durante o referido período, foi completada a calibração dos parâmetros hidráulicos do sistema. Foram realizadas inúmeras análises de sensibilidade para identificação da relevância de cada parâmetro.

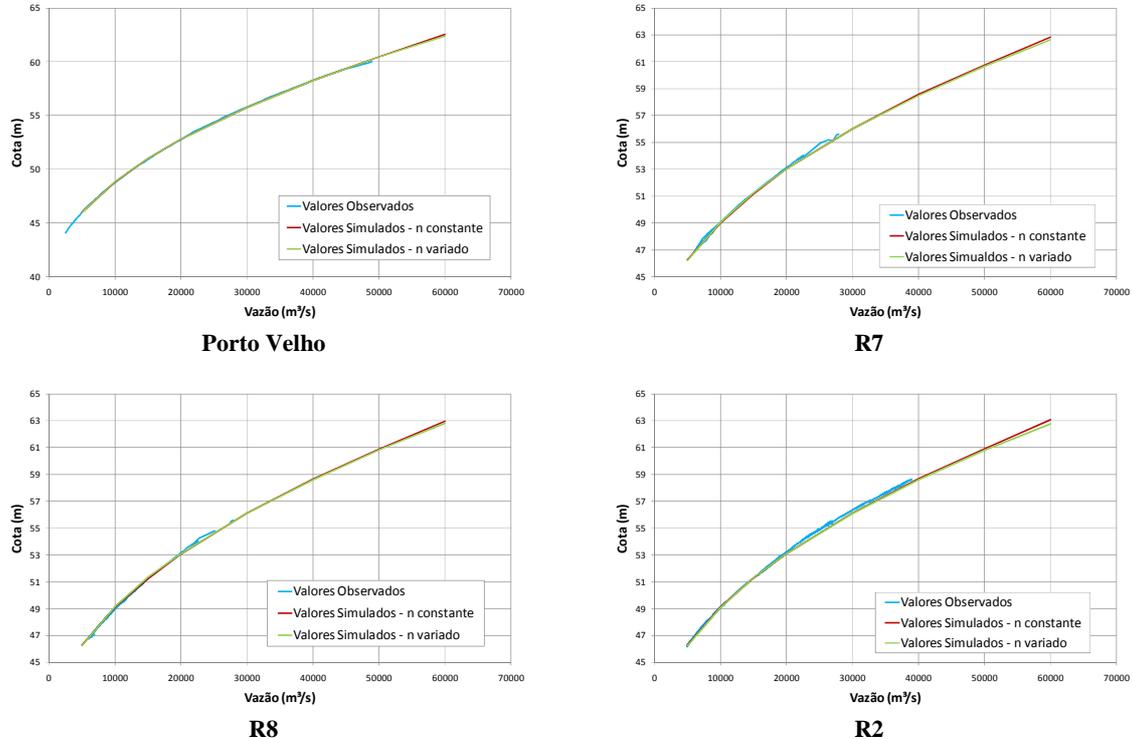
O processo de calibração desses parâmetros incluiu comparações com dados observados nas diversas réguas instaladas no estirão de 9 km a jusante do eixo do aproveitamento, conforme apresentado na figura, a seguir.

Figura 2.1.
Localização das Réguas Consideradas para a Calibração do Modelo 2D



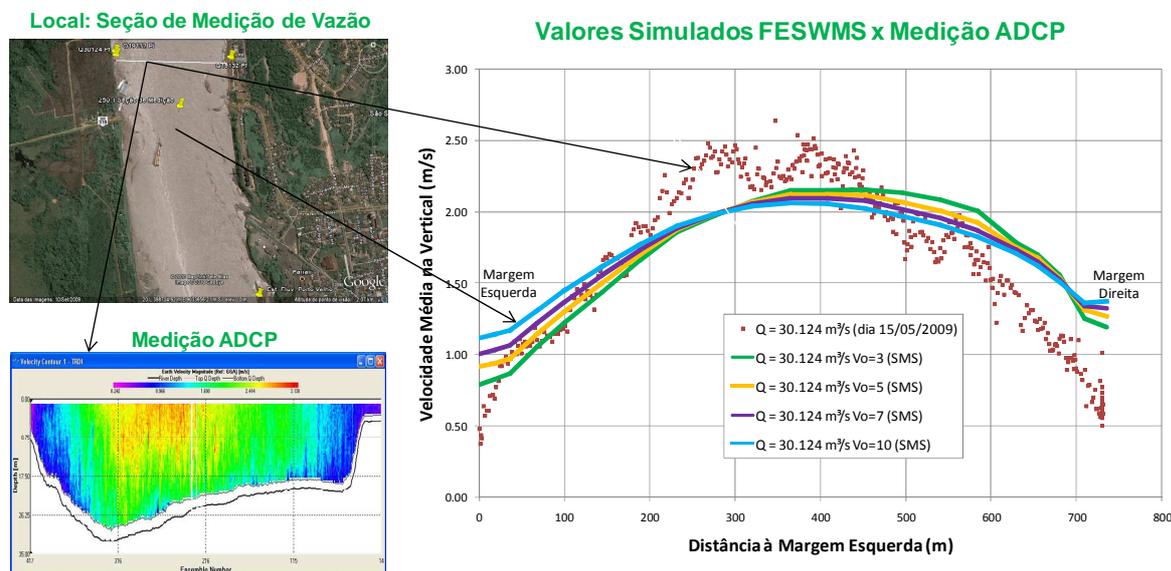
Foram analisadas duas configurações para determinação do coeficiente de Manning do modelo, uma constante igual a 0,025 e a segunda com variação dependendo da profundidade do escoamento. Ambas as configurações apresentaram resultados satisfatórios, conforme pode ser observado na figura, a seguir, nos diversos pontos de interesse.

**Figura 2.2.
Resultados da Análise de Calibração dos Coeficientes de Manning**



Ainda, o processo de calibração dos parâmetros hidráulicos incluiu a comparação dos perfis transversais de velocidades levantados em campo, através de ADCP, com os valores simulados pelo modelo em seções correspondentes. Esta análise serviu, sobretudo, para aferição do parâmetro de viscosidade turbulenta. A Figura 2.3., a seguir, apresenta um exemplo dessa comparação, para uma vazão de 30.124 m³/s, medida próximo ao local de medição de vazão da estação Porto Velho.

**Figura 2.3.
Comparação entre medições transversais de velocidade e valores simulados pelo modelo bidimensional**

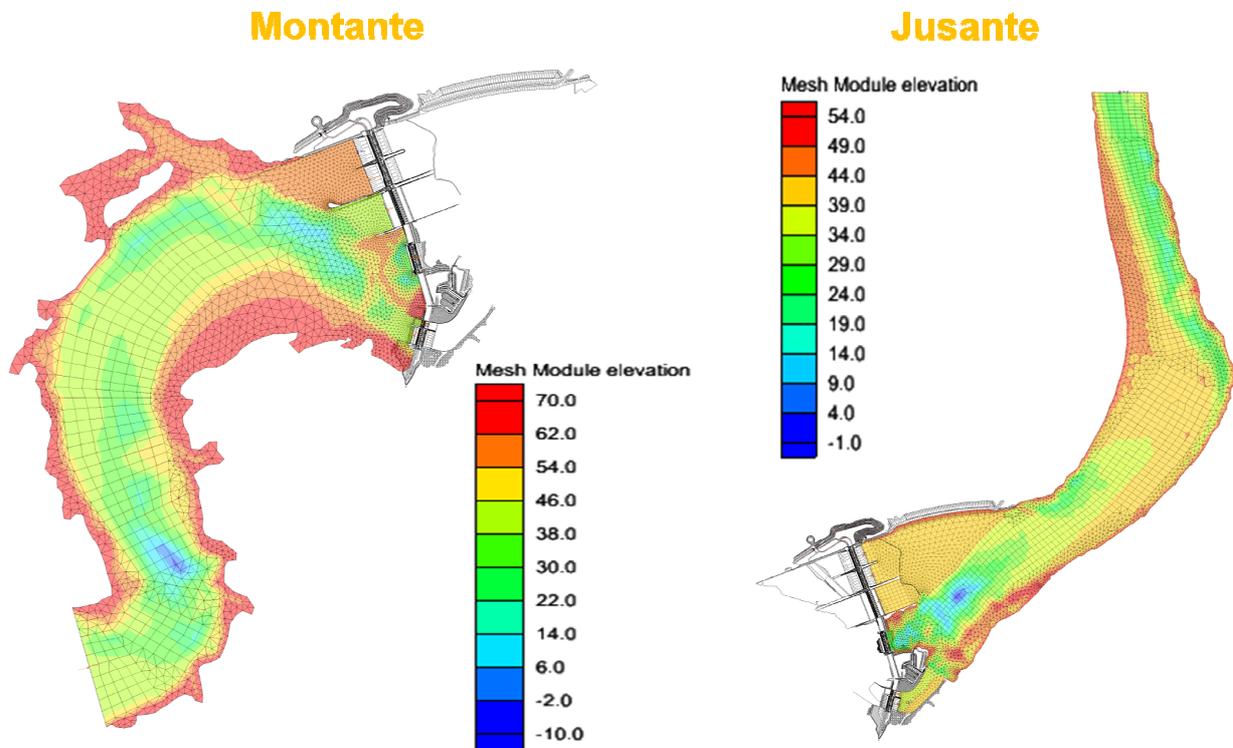


2.2.3. Produção de Resultados Preliminares

Julgou-se necessário a elaboração de duas malhas para construção dos modelos bidimensionais, 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 dessas no escoamento. Estas simulações serão realizadas somente com o módulo hidráulico. A Figura 2.4. apresenta as malhas construídas nos domínios de montante e de jusante do modelo, juntamente com suas respectivas batimetrias

Uma segunda malha, menos detalhada, ou seja, com um número bem menor de elementos, estará sendo desenvolvida e será utilizada para a simulação de períodos mais longos (dias), considerando o módulo de cálculo de transporte de sedimentos, o qual apresenta uma demanda computacional consideravelmente superior ao módulo somente hidráulico.

Figura 2.4.
Malhas Construídas para os Trechos de Montante e Jusante e Respectivas Batimetrias (Elevação, em metros)



Também na reunião do dia 18/02/2010, foram apresentados os primeiros resultados encontrados com o modelo bidimensional.

As Figuras 2.5. e 2.6. apresentam alguns dos resultados encontrados com os modelos bidimensionais, comparando as condições hidráulicas com e sem estruturas (condições naturais), para o trecho de jusante. Ambos os trechos foram simulados já com as malhas detalhadas, visando uma maior precisão das velocidades do escoamento estimadas junto às estruturas e margens.

Figura 2.5.
Velocidades de Escoamento Simuladas pelo Modelo Bidimensional Construído para o Trecho de Jusante, Antes e Após a Implantação das Estruturas na Condição de Turbinamento Máximo (Vazão = 26.500 m³/s)

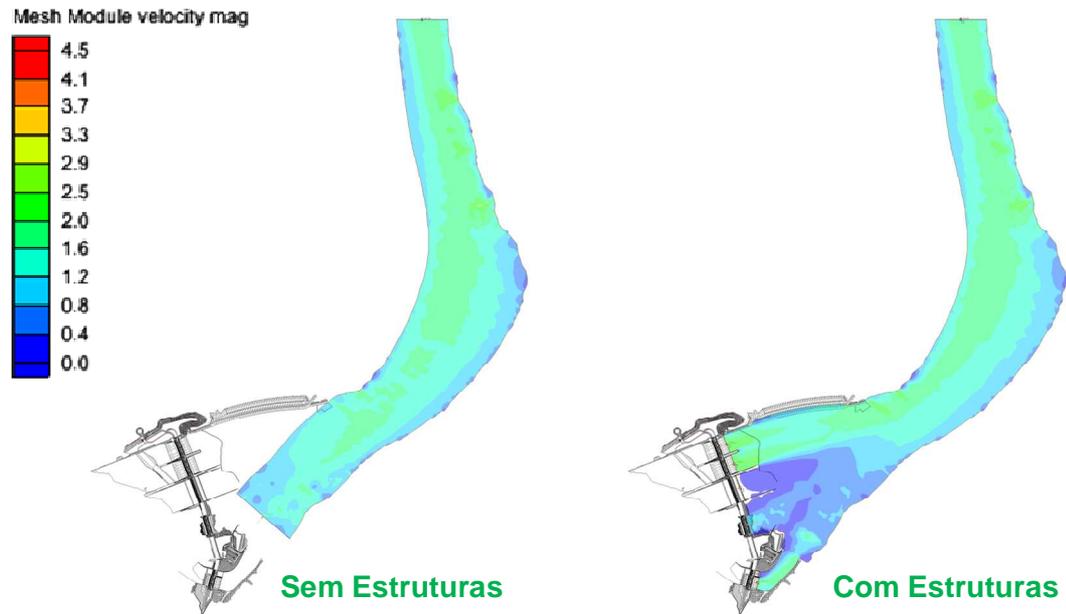


Figura 2.6.
Velocidades de Escoamento Simuladas pelo Modelo Bidimensional Construído o Trecho a Montante Após a Implantação das Estruturas na Condição de Turbinamento Máximo (Vazão = 26.500 m³/s)

