

Memorando Técnico

Para:	Daíla Ferreira	Data:	25 nov. 20
Empresa:	Fundação Renova	De:	Vítor Lages
Assunto:	Descrição das adequações técnicas necessárias para desenvolvimento da mancha de inundação pós Candonga, a fim de atender o prazo de entrega de março de 2021		

O estudo de modelagem hidráulica para definição das manchas de inundação para as cheias de 2016 e 2020, além dos períodos de retorno notáveis de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos, no trecho entre a UHE Risoleta Neves e foz do rio Doce, foi contratado e teve seu plano de trabalho aprovado considerando o desenvolvimento de modelagens hidráulicas bidimensionais, implantação da calha menor gerada por 117 seções disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), somadas a 40 seções complementares levantadas em campo pela FUNDAÇÃO RENOVA, na topografia de precisão das planícies de inundação, conformando o modelo digital de terreno base para as modelagens hidráulicas. O prazo final para entrega deste produto estava previsto para 31/03/2021.

Contudo, em razão de atrasos no cronograma em decorrência da dificuldade das equipes de campo em alcançar as anuências dos proprietários para o levantamento da topobatimetria complementar, este cronograma foi estendido para a data de 31/07/2021.

Nesse sentido, a FUNDAÇÃO RENOVA solicitou a HIDROBR que desenvolvesse este Memorando Técnico detalhando as adequações de escopo necessárias para que a data de entrega do produto fosse mantida no 31/03/2021. A proposta apresentada possui as seguintes premissas:

- Serão mantidas as manchas de inundação para as mesmas vazões inicialmente propostas, sendo: cheias de 2016 e 2020, além dos períodos de retorno notáveis de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos;
- Serão consideradas as mesmas informações topográficas propostas inicialmente, sendo: implantação da calha menor gerada por 117 seções disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), somadas a 40 seções complementares levantadas em campo pela FUNDAÇÃO RENOVA, na topografia de precisão das planícies de inundação, conformando o modelo digital de terreno base para as modelagens hidráulicas;

- Será considerada a mesma metodologia de calibração do modelo hidráulico, por meio dos dados de monitoramento das estações fluviométricas existentes no trecho, com base em ao menos 2 cheias por estação, sendo verificada a correlação entre a elevação de NA e vazão observada e modelada para fins de ajuste do coeficiente de rugosidade do terreno;
- Serão considerados os controles hidráulicos impostos pelos três reservatórios existentes no trecho (UHE Baguari, UHE Aimorés e UHE Mascarenhas), sendo utilizados os dados de batimetria e regras operativas dos seus respectivos sistemas de descarga;
- Os resultados de mancha de inundação serão apresentados para todas as vazões de interesse, conformada e aderente com o terreno disponibilizado pela FUNDAÇÃO RENOVA.

Considerando ainda que a modelagem hidráulica unidimensional é aplicada essencialmente em trechos em que o escoamento apresenta comportamento majoritariamente unidimensional, enquanto a modelagem bidimensional o escoamento deve apresentar comportamento majoritariamente bidimensional, a seguir são apresentadas as adequações metodológicas propostas para atendimento ao cronograma inicialmente proposto:

- Modelagem hidráulica bidimensional apenas nos trechos de maior adensamento urbano e comportamento majoritariamente bidimensional, correspondentes às sedes municipais de Ipatinga/MG, Governador Valadares/MG, Aimorés/MG / Baixo Guandú/ES, Colatina/ES e Trecho entre Linhares/ES e Foz;
- Modelagem hidráulica unidimensional nos demais trechos.

Salienta-se, a seguir, as diferenças esperadas entre os resultados de modelagem hidráulica unidimensional e bidimensional,

- Uma vez que a modelagem 2D apresenta maior quantidade de pontos de simulação para um mesmo trecho, pois permite a modelagem em malha ao invés dos modelos 1D, nos quais obtém-se apenas um resultado para seção, espera-se um maior detalhamento dos resultados de variação de nível d'água (N.A) na seção transversal, conforme apresentado na Figura 1 e também maior detalhamento dos perfis de velocidade, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3. Essas alterações podem incorrer em melhor detalhamento dos remansos junto aos afluentes.

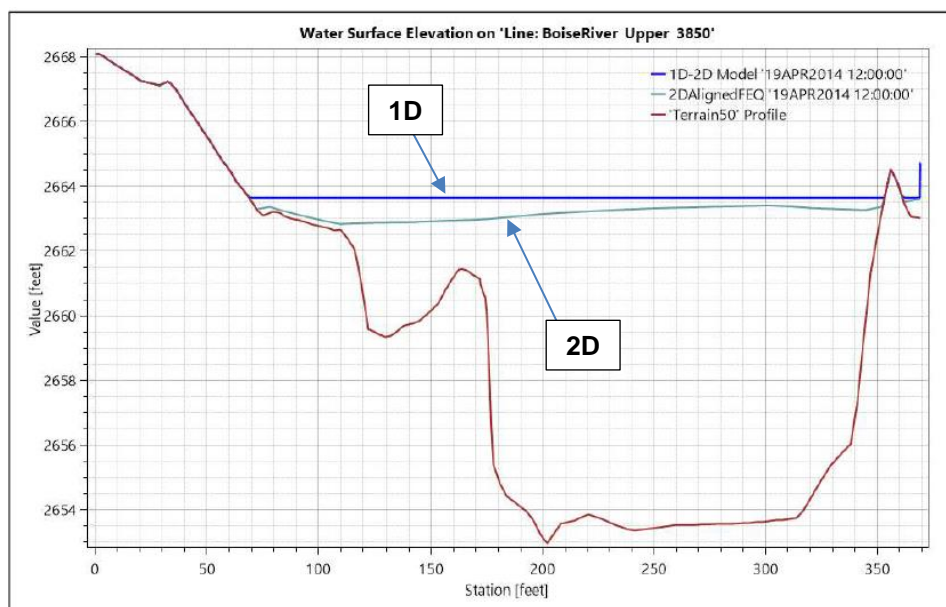


Figura 1 – Diferença de resultado de N.A na seção transversal entre as modelagens 1D e 2D.

Fonte: Modeler Application Guidance for Steady vs Unsteady, and 1D vs 2D vs 3D Hydraulic Modeling, US Army Corps of Engineers, Agosto de 2020.

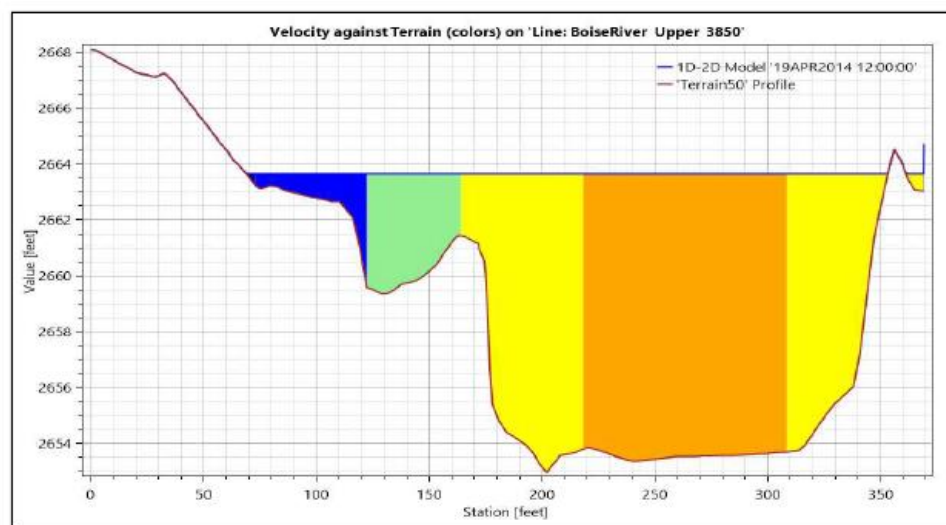


Figura 2 – Detalhamento do perfil de velocidades na seção em modelagem 1D.

Fonte: Modeler Application Guidance for Steady vs Unsteady, and 1D vs 2D vs 3D Hydraulic Modeling, US Army Corps of Engineers, Agosto de 2020.

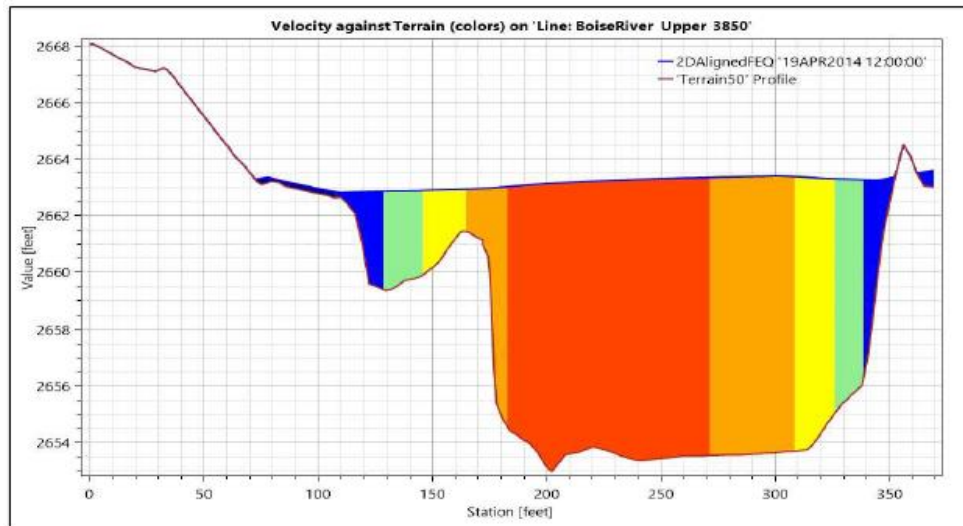


Figura 3 – Detalhamento do perfil de velocidades na seção em modelagem 2D.

Fonte: Modeler Application Guidance for Steady vs Unsteady, and 1D vs 2D vs 3D Hydraulic Modeling, US Army Corps of Engineers, Agosto de 2020.

Por fim, é apresentado na Figura 4 uma tabela comparativa entre os modelos 1D, 2D e 3D, segundo os objetivos da modelagem e tipos de estruturas que se deseja representar. No caso do rio Doce, no trecho de interesse, tem-se como principal objetivo a avaliação dos limites da inundação (Flood Extends), para o qual recomenda-se a aplicação de modelos 1D ou 2D, para os quais está sendo proposta a modelagem 1D, conforme já descrito. Enquanto para estuários rasos, o guia recomenda a utilização apenas da modelagem 2D, em conformidade com a proposta metodológica descrita.

Assim, conforme descrito neste documento, entende-se que a modelagem bidimensional apresenta maior nível de detalhamento dos resultados, contudo, a proposta metodológica apresentada, a qual apenas os trechos de maior adensamento urbano e a foz seriam modelados em simulação bidimensional, sendo os demais em modelo unidimensional, é condizente com os resultados esperados e as características de escoamento de cada trecho. Esta adoção metodológica, portanto, não acarretará prejuízos ou impactos na qualidade técnica do trabalho.

System	Purpose	1D	2D	3D	3D-NH / 3D-NHMP	Use	
River	Flood Extents	✓	✓ (SW2, DW)			P, E, D	1D
River	Velocities	✓	✓ (SW2)			P, E, D	
River	General Transport* Behavior	✓	✓ (SW2)			P, E, D	
River	Detailed Transport* Behavior		✓ (SW2)	✓		P, E, D	
River (with bends)	Flood Extents	✓	✓ (SW2, DW)			P, E, D	1D
River (with bends)	Velocities/Transport*		✓ (SW2 with corrections)	✓		2D (P, E) 3D (P, E, D)	
Supercritical Flows	Flood Extents	✓	✓ (SW2)			P, E, D	
Supercritical Flows (with bends)**	Flood Extents/Velocities/Transport*		✓ (SW2 with corrections)	✓	✓	2D (P, E) 3D (P, E) 3D-NH/NHMP (P,E,D)	
Dam Break/Breach	Flood Extents	✓	✓ (SW2)			P, E, D	1D
Levee Break/Breach	Flood Extents		✓ (SW2, DW)			P, E, D	
River (with structures)	Flood Extents	✓	✓ (SW2)			P, E, D	
River (with structures)	Velocities/Transport*		✓ (SW2)	✓		2D (P, E) 3D (P, E)	
Reservoirs/Lakes	Residence Time		✓	✓		P, E, D	2D
Reservoirs/Lakes	Transport*			✓		P, E, D	
Estuaries (Well Mixed)	Water Surface/Velocities/Transport*		✓ (SW2)			P, E, D	
Estuaries (Stratified)	Water Surface/Velocities/Transport*			✓		P, E, D	
Gates and Spillways**	Water Surface/Velocities		✓ (SW2)	✓	✓	2D/3D (P,E) 3D-NHMP (P,E,D)	

Note: DW = Diffusive Wave, SW2 = 2D Shallow Water, 1D = One-Dimensional, 2D = Two-Dimensional, 3D = 3D Hydrostatic, 3D-NH = 3D-Non Hydrostatic, 3D-NHMP = 3D-Non Hydrostatic Multi Phase, P = Planning, E = Evaluation, D = Design, Transport* = Including sediment, ** = Physical Model Recommended

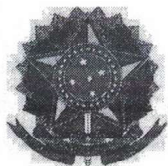
Figura 4 – Modelos recomendados para cada tipo de situação.

Fonte: Modeler Application Guidance for Steady vs Unsteady, and 1D vs 2D vs 3D Hydraulic Modeling, US Army Corps of Engineers, Agosto de 2020.



Preparado por

Vítor Lages do Vale
Sócio-Diretor
CREA MG 118.264/D



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART de Obra ou Serviço
14202000000006307576

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

1. Responsável Técnico

VITOR LAGES DO VALE

Título profissional:

ENGENHEIRO CIVIL;

RNP: 1407658409

Registro: 04.0.0000118264

Empresa contratada:

HIDROBR CONSULTORIA LTDA

Registro: 62163

2. Dados do Contrato

Contratante: FUNDAÇÃO RENOVA MARIANA

Logradouro: RUA SEMINÁRIO

CNPJ: 25.135.507/0002-64

Nº: 000237

Cidade: MARIANA

Bairro: CENTRO

UF: MG

CEP: 35420000

Contrato: 4800019842

Celebrado em: 31/07/2019

Valor: 3.709.635,50

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: RUA SEMINÁRIO

Nº: 000237

Cidade: MARIANA

Bairro: CENTRO

UF: MG

CEP: 35420000

Data de início: 31/07/2019 Previsão de término: 30/04/2022

Finalidade: OUTRO-DETALHAR CAMPO 5 OBSERV.

Proprietário: FUNDAÇÃO RENOVA MARIANA

CNPJ: 25.135.507/0002-64

4. Atividade Técnica

1 - COORDENAÇÃO

Quantidade:

Unidade:

ESTUDO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A (CIVIL), PARA OUTROS FINS

1.00

un

2 - ELABORAÇÃO

ESTUDO, OUTRAS FINALIDADES - GRUPO A (CIVIL), PARA OUTROS FINS

1.00

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

REVISÃO DOS ESTUDOS DE HIDRÁULICA V3 | MODELAG HIDROD BIDIM RIO DOCE

6. Declarações

7. Entidade de Classe

SINDICATO DE ENGENHEIROS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima:

Vitor Lages do Vale
26 de Setembro de 2020
Vitor Lages do Vale

VITOR LAGES DO VALE

RNP: 1407658409

FUNDAÇÃO RENOVA MARIANA

CNPJ: 25.135.507/0002-64

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ R\$3.709.635,50. ÁREA DE ATUAÇÃO:
HIDROLOGIA, HIDROLOGIA,

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732



Valor da ART: 233,94

Registrada em: 25/09/2020

Valor Pago: 233,94

Nosso Número: 000000006036888