




	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>2/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>CRITÉRIOS E PREMISSAS .....</b>	<b>6</b>
5.1	BATIMETRIA .....	7
<b>6</b>	<b>MODELAGEM NUMÉRICA.....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS.....</b>	<b>8</b>
7.1	MODELO DE INUNDAÇÃO.....	8
<u>7.1.1</u>	<u>Grade e Batimetria.....</u>	<u>13</u>
<u>7.1.2</u>	<u>Resultados.....</u>	<u>14</u>
7.1.2.1	Evento 1: vazão de DEZ. de 1995 – 25% .....	14
7.1.2.2	Evento 2: vazão de DEZ. 1995.....	27
7.1.2.3	Evento 3: vazão de DEZ. 1995 + 25% .....	41
<u>7.1.3</u>	<u>Comparação entre Alternativa de Molhes e Cenário Atual.....</u>	<u>54</u>
7.2	MODELO MORFOLÓGICO .....	59
<u>7.2.1</u>	<u>Grade .....</u>	<u>59</u>
<u>7.2.2</u>	<u>Resultados.....</u>	<u>60</u>
7.2.2.1	Padrões de Transporte de sedimentos, erosão e sedimentação.....	60
7.2.2.2	Comparação entre as alternativas.....	69
7.3	MODELO DE SALINIDADE .....	72
<u>7.3.1</u>	<u>Grade .....</u>	<u>72</u>
<u>7.3.2</u>	<u>Calibração .....</u>	<u>73</u>
<u>7.3.3</u>	<u>Resultados.....</u>	<u>77</u>

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>3/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>85</b>
----------	-------------------------	-----------

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>4/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Prefeitura de Araranguá tem o objetivo de viabilizar a implantação de dois molhes na Barra do Rio Araranguá, visando o melhor escoamento do rio em direção ao mar e aliviando as condições em caso de enchentes.

Para tal, a então Coastal Planning & Engineering do Brasil, empresa hoje pertencente à CB&I, foi contratada em 2009 para desenvolver um projeto conceitual de alternativas para a definição da melhor localização dos molhes, projeto básico estrutural destes, de dragagem, simulação de inundação, salinidade e outros.

No presente momento, a CB&I foi requisitada a revisar o projeto básico de engenharia, com os molhes localizados em frente à comunidade de Ilhas, buscando o não assoreamento do Rio Araranguá em frente à esta comunidade.

Dessa forma, os produtos abaixo serão revisados:

- Projeto do quebra-mar;
- Projeto de dragagem;
- Estudo de transpasse de sedimentos;
- Plano de Construção;
- Orçamento.



A implantação do projeto (e por consequência o Orçamento) serão divididos em duas etapas de construção, denominadas Etapa 1 e Etapa 2. Os estudos restantes contemplam a solução completa.

## 2 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os resultados obtidos através das simulações numéricas de inundação, variação morfológica e transpasse de sedimentos e salinidade para o canal do Rio Araranguá.

O estudo envolveu um total de 6 cenários, sendo considerados 2 cenários batimétricos/estruturais (cenário atual e alternativa de molhe) e 3 diferentes séries temporais de vazão fluvial extrema.

A figura a seguir mostra a localização dos estudos:

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>5/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

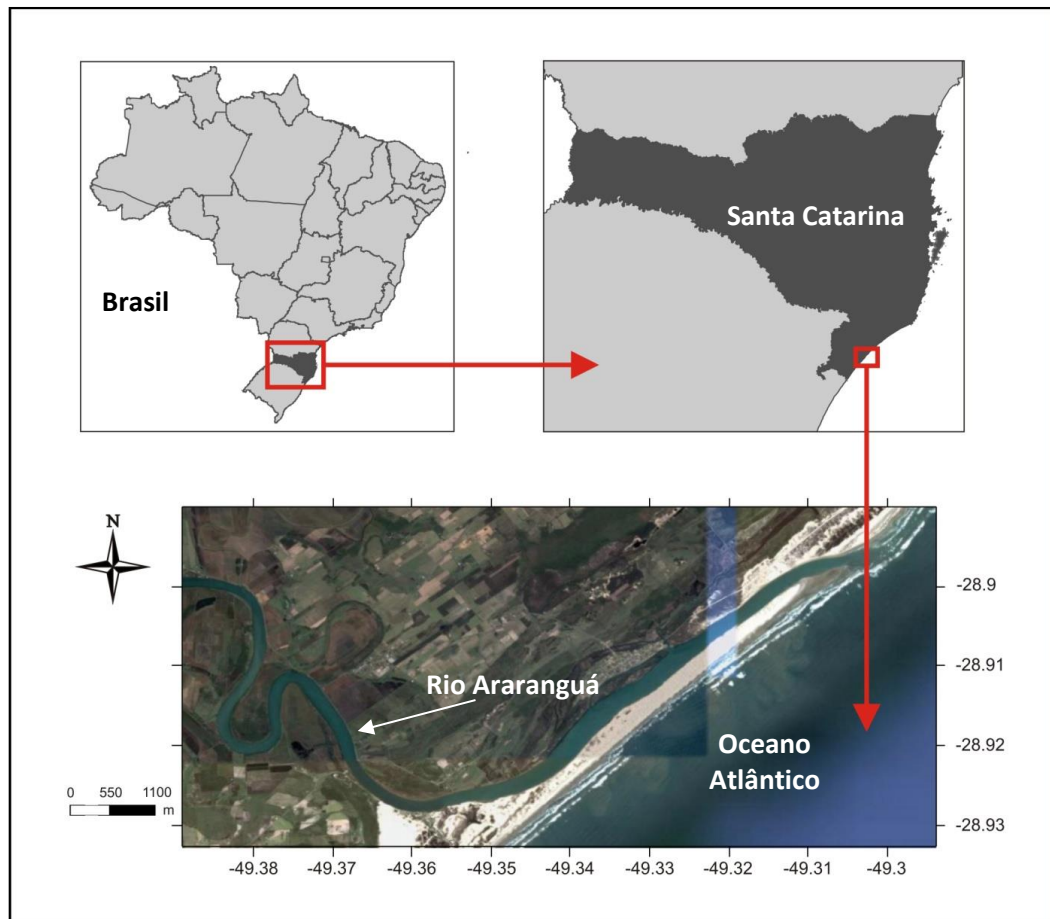




Figura 1: Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá apresenta escoamento em direção ao mar, assumindo uma direção oeste-leste (W-E). A bacia hidrográfica abrange uma área de 3.020 km<sup>2</sup>, sendo formada pela confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, recebendo mais um tributário próximo à desembocadura, o Rio dos Porcos. Nos últimos 7 km do rio, o curso está voltado para a direção nordeste e paralelo à linha de costa, com seu canal cruzando uma barreira arenosa. A profundidade média no canal é de 3 m, podendo chegar a até 8,5 m, sendo que a desembocadura é mais rasa (entre 1 m e 3 m).

### 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos abaixo serão utilizados na elaboração dos estudos.

CPE\_PrefArarangua\_Model MODELAGEM NUMÉRICA DE ALTERNATIVAS -  
ANÁLISE DOS EFEITOS NOS PADRÕES DE

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>6/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

agemAdicional

INUNDAÇÃO DAS ÁREAS ADJACENTES

CPE\_PrefArarangua\_Model  
agemAdicionalSalin

MODELAGEM NUMÉRICA DE ALTERNATIVAS -  
ANÁLISE DOS EFEITOS NOS PROCESSOS DE  
INTRUSÃO SALINA

CPE\_PrefArarangua\_Produ  
toVIII

DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA –  
MODELAGEM NUMÉRICA DE ALTERNATIVAS

#### **4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALTHOFF, D. A., 1992. Classificação de águas de alguns mananciais do Sul de Santa Catarina, para fins de irrigação. Florianópolis: EPAGRI, 30 pp.

KLEVESTON, R.; SOARES, A. S., 2011. Parecer sobre a Salinidade do Rio Araranguá e suas Implicações para a Cultura do Arroz Irrigado. Araranguá: EPAGRI, 5 pp.

COELHO, M. C. Identificação da cunha salina no estuário do Rio Araranguá, SC. Itajaí, 2010. CTTMar, UNIVALI.

D'AQUINO, C.A., SCHETTINI, C.A.F., PEREIRA Fo. J., 2008. Fluvial Modulation of Salt Transport in a Highly Stratified Estuary. Revista. (no prelo)

FEMAR, 2000. Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras. Rio de Janeiro.

LEENDERTSE, 1990, STELLING e VAN KESTER, 1994, *apud* Delft3D-flow User Manual.



MIRANDA, L. B., Castro, B. M. e Kjerve, B., 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. EDUSP, São Paulo. 411 pp.

STOMMEL, H., 1953. The Role of Density Currents in Estuaries. Proc. Minnesota International Hydraulics Convention, Minneapolis, University of Minnesota, pp. 305-312.

#### **5 CRITÉRIOS E PREMISSAS**

Foram consideradas duas situações: (1) o canal com a barra atual, sem molhes, e (2) a condição pretendida, com a foz do rio fixada em frente à Comunidade de Ilhas, através de molhes.

As etapas do processo de modelagem numérica serão descritos em detalhes ao longo deste documento permitindo um maior entendimento do processo analisado, seus resultados e limitações.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>7/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

## 5.1 BATIMETRIA

A partir de dados obtidos para a realização do estudo explícito nos documentos de referência foi realizada uma nova interpolação de forma a adequar a batimetria local à configuração atual (

Figura 2) e à alternativa de molhes proposta (Figura 3).

Ressalta-se que novos dados batimétricos serão coletados em breve para posterior refinamento do projeto executivo, e não são esperadas alterações significativas.

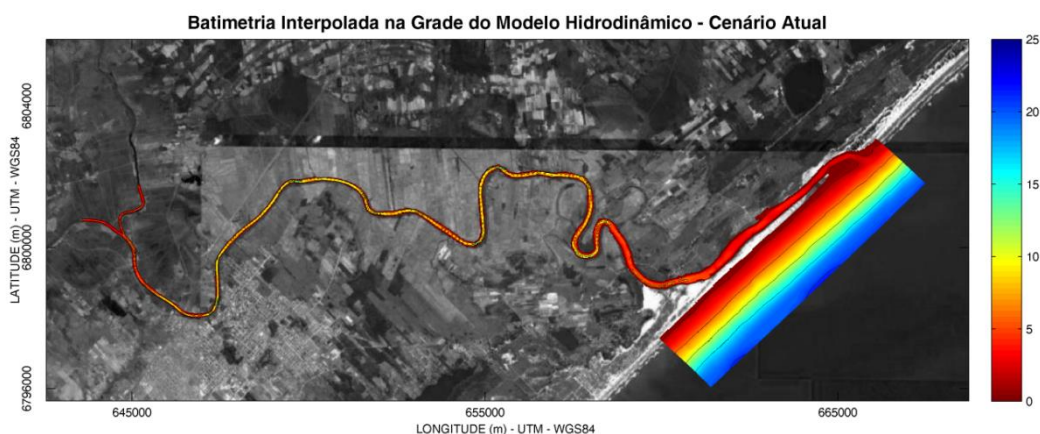


Figura 2. Batimetria interpolada na grade numérica do modelo hidrodinâmico de inundação utilizada nas simulações. Batimetria do cenário atual na área de estudo.

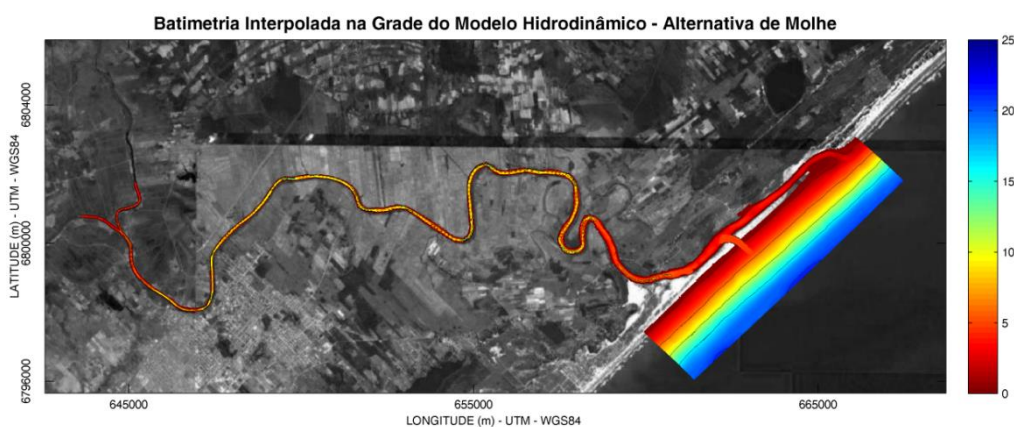




Figura 3. Batimetria interpolada na grade numérica do modelo hidrodinâmico de inundação utilizada nas simulações. Batimetria do cenário com a presença de molhes próximos a comunidade de Ilhas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>8/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

## 6 MODELAGEM NUMÉRICA

A descrição do Delft3D (modelo numérico utilizado para as simulações) é apresentada nos documentos de referência. Os dados de entrada utilizados no modelo e os cenários simulados são apresentados nas seções a seguir.

## 7 DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS

### 7.1 MODELO DE INUNDAÇÃO

Com o objetivo de analisar o padrão de inundação do rio e as áreas afetadas, bem como suas possíveis variações frente à fixação da barra do Rio Araranguá, foi configurado um modelo numérico hidrodinâmico/fluvial da região, considerando os efeitos conjuntos da vazão extrema do rio e seus efluentes, bem como das marés (astronômica e meteorológica).

O estudo envolveu um total de 6 cenários, sendo considerados 2 cenários batimétricos/estruturais (cenário atual e alternativa de molhe) e 3 diferentes séries temporais de vazão fluvial extrema.



A Tabela 1 apresenta as combinações para este estudo.

Cenário	Eventos de vazão		
	Evento 1 - Mínima	Evento 2 - Média	Evento 3 - Máxima
Atual	Dez. 1995 (-25%)	Dez. 1995	Dez. 1995 (+25%)
Alternativa com Molhes	Dez. 1995 (-25%)	Dez. 1995	Dez. 1995 (+25%)

Tabela 1: Simulações conduzidas, contemplando os diferentes cenários batimétricos/estruturais e séries temporais de vazão.

As séries temporais de vazão correspondem a eventos extremos de cheia, e são baseadas nos dados fluviométricos relativos à enchente de dezembro de 1995. A descrição completa dos dados de vazão é apresentada no documento de referência CPE\_PrefArarangua\_ModelagemAdicional (MODELAGEM NUMÉRICA DE ALTERNATIVAS - ANÁLISE DOS EFEITOS NOS PADRÕES DE INUNDAÇÃO DAS ÁREAS ADJACENTES).



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>9/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

Conforme apresentado na

Figura 4 abaixo, as simulações cobriram o período compreendido entre 21/12/1995 e 05/01/1996 (16 dias), contemplando o período anterior à enchente, com vazões fluviais relativamente baixas, o pico de vazão e sobrenível do rio (25/12/1995) e o período pós-enchente, no qual os valores de vazão diminuem ao longo do tempo.

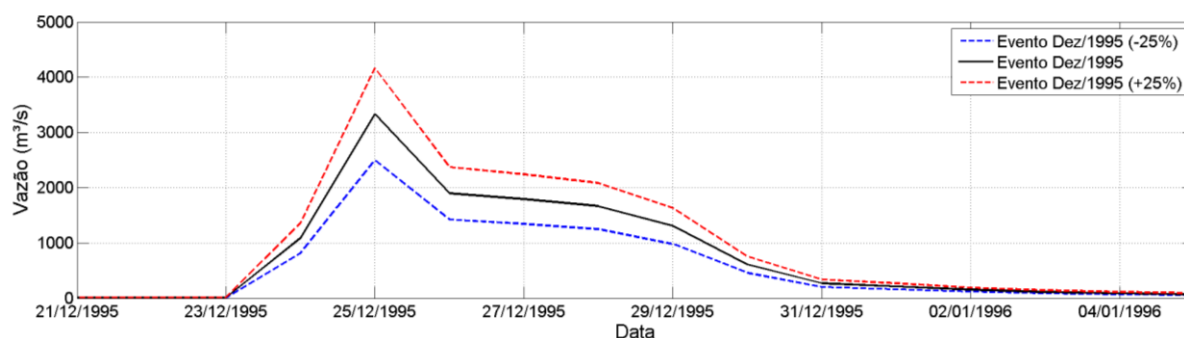


Figura 4: Séries temporais de nível e vazão utilizadas nas simulações.

No contorno externo (oceano) o modelo foi forçado com variações de nível d'água (Figura 5). A fim de analisar o sobrenível d'água associados aos diferentes cenários batimétricos/estruturais, foram considerados nas simulações os efeitos conjuntos de vazões extremas do Rio Araranguá e das variações de marés (astronômica e meteorológica).

O gráfico a seguir mostra a maré astronômica prevista para a região, em azul, o sinal meteorológico extraído da série medida pela CDI, em vermelho (quadro superior), a maré total composta, em preto (quadro intermediário), e a série temporal de vazão em azul (quadro inferior).

Uma linha verde tracejada foi adicionada a todos os quadros para demonstrar que os picos de maré e vazão foram alinhados de forma a reproduzirem condições críticas ao escoamento do Rio Araranguá.



NÚMERO CB&I BRASIL:  
**5270089-PRJ-D-RPT-00002**  
NÚMERO CLIENTE:



PÁGINA:  
**10/86**

**RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ  
PROJETO BÁSICO  
RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA**

REV.:  
**0**

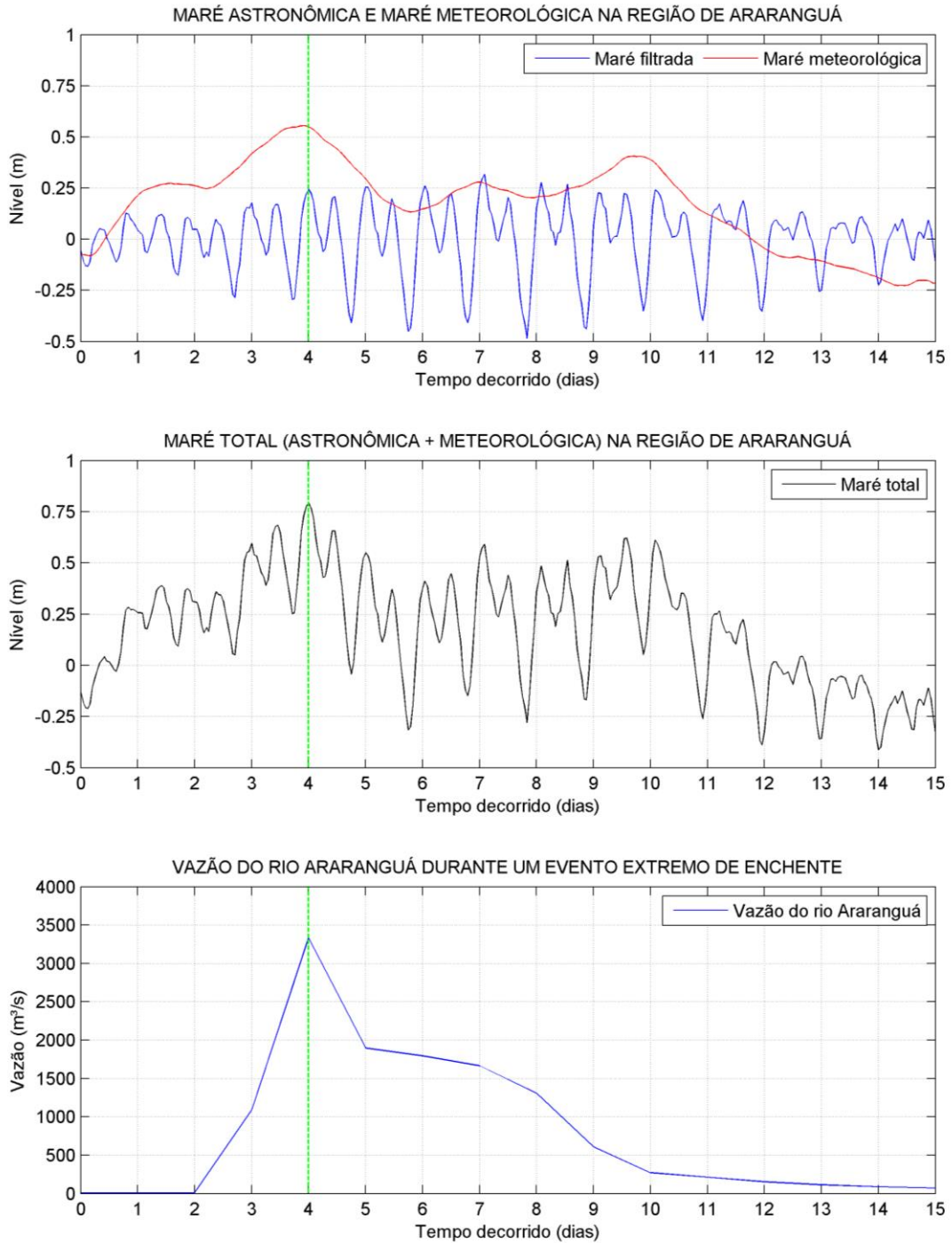




Figura 5: Maré Astronômica e Vazão do Rio Araranguá

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>11/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

O regime de maré para a região de Araranguá é de micromaré. No entanto, aumentos significativos em sua amplitude podem ocorrer em consequência das marés meteorológicas (ressacas) associadas principalmente à entrada de frentes frias. Portanto, condições críticas para o escoamento das águas do Rio Araranguá estariam relacionadas à coincidência de eventos de maré meteorológica positiva com eventos de vazão extrema (alta pluviosidade na bacia hidrográfica).

Para inserir o efeito de marés meteorológicas positivas nas simulações numéricas, dados de marés meteorológicas foram extraídos de uma série temporal de maré medida pela Companhia Docas de Imbituba – CDI (28° 14' S / 48° 39' W) durante o período compreendido entre 05/2008 a 02/2009.

Um evento de maré meteorológica positiva intensa foi selecionado e adicionado à maré astronômica reconstruída a partir das constantes harmônicas da FEMAR obtidas para a localidade de Araranguá (Figura 6).

A vazão do Rio Araranguá selecionada para estas simulações reproduz um evento série de vazão da enchente de 1995 (do período de 21/12/1995 a 05/01/1996). As forçantes de nível foram ajustadas de modo que o pico da maré meteorológica coincidissem com o ciclo de sizígia (quando a maré astronômica apresenta suas maiores amplitudes), e com o pico da vazão do Rio Araranguá, como demonstrado na Figura 5.

Tal procedimento torna o evento hipotético simulado, representando condições extremas que induzem enchentes na área de estudo, mas não diretamente associado ao evento de enchente ocorrido anteriormente.



NÚMERO CB&I BRASIL:  
**5270089-PRJ-D-RPT-00002**

NÚMERO CLIENTE:



PÁGINA:

**12/86**



**RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ  
PROJETO BÁSICO  
RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA**

REV.:

**0**

<b>Nome da Estação :</b> ARARANGUÁ – SC					
<b>Localização :</b> No Trapiche do Iate Clube de Araranguá					
<b>Organ. Responsável :</b> DHN					
<b>Latitude :</b> 28° 55,2' S		<b>Longitude :</b> 49° 20,5' W			
<b>Período Analisado :</b> 25/07/63 a 22/08/63			<b>Nº de Componentes :</b> 37		
<b>Análise Harmônica :</b> Método Tidal Liverpool Institute					
<b>Classificação :</b> Maré de Desigualdades Diurnas					
<b>Estabelecimento do Porto:</b> (HWF&C)		II H 50 min		<b>Nível Médio</b> (Zo): 32 cm acima do NR.	
<b>Média das Preamares Superiores (MHHW) :</b>		55 cm acima do NR.		<b>Média das Preamares Inferiores (MLHW) :</b> 37 cm acima do NR	
<b>Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :</b>		25 cm acima do NR.		<b>Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :</b> 11 cm acima do NR.	
<b>CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS</b>					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	MU <sub>2</sub>	0,3	341
Ssa	-	-	N <sub>2</sub>	2,5	214
Mm	13,3	345	NU <sub>2</sub>	0,5	214
Mf	-	-	M <sub>2</sub>	6,4	086
MTM	-	-	L <sub>2</sub>	0,9	176
Msf	6,9	351	T <sub>2</sub>	0,4	074
Q <sub>1</sub>	5,2	053	S <sub>2</sub>	7,3	074
O <sub>1</sub>	10,4	077	K <sub>2</sub>	2,0	074
M <sub>1</sub>	0,4	308	MO <sub>3</sub>	0,5	145
P <sub>1</sub>	2,0	136	M <sub>3</sub>	0,6	176
K <sub>1</sub>	6,0	136	MK <sub>3</sub>	0,2	134
J <sub>1</sub>	1,2	136	MN <sub>4</sub>	0,6	052
OO <sub>1</sub>	1,0	230	M <sub>4</sub>	1,6	349
MNS <sub>2</sub>	-	-	SN <sub>4</sub>	1,1	083
2N <sub>2</sub>	0,3	342	MS <sub>4</sub>	0,6	035
<b>Referências de Nível:</b> RNs implantadas no patamar do trapiche do Iate Clube					
<b>Obs:</b> Não há referências a outros períodos					

Figura 6: Constantes harmônicas de Araranguá – SC. Fonte: FEMAR (2000).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>13/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

### 7.1.1 Grade e Batimetria

A utilização de modelos numéricos requer a utilização de grades numéricas para que, nos nós da grade, sejam realizados os cálculos. A utilização do pacote de modelos Delft3D permite que a grade numérica seja refinada nos pontos de interesse e menos refinada em regiões mais afastadas.

Para a configuração do modelo de inundação (Delft3D-FLOW), foi gerada uma grade numérica curvilinear com 541 x 248 elementos de cálculo com refinamento em locais de maior interesse (Figura 7). A resolução da grade varia ao longo de todo o domínio sendo mínima nas regiões mais distantes da desembocadura do rio e máxima nas regiões de maior interesse (área do futuro molhe), chegando a apresentar células com 25x25 m nas regiões de interesse.

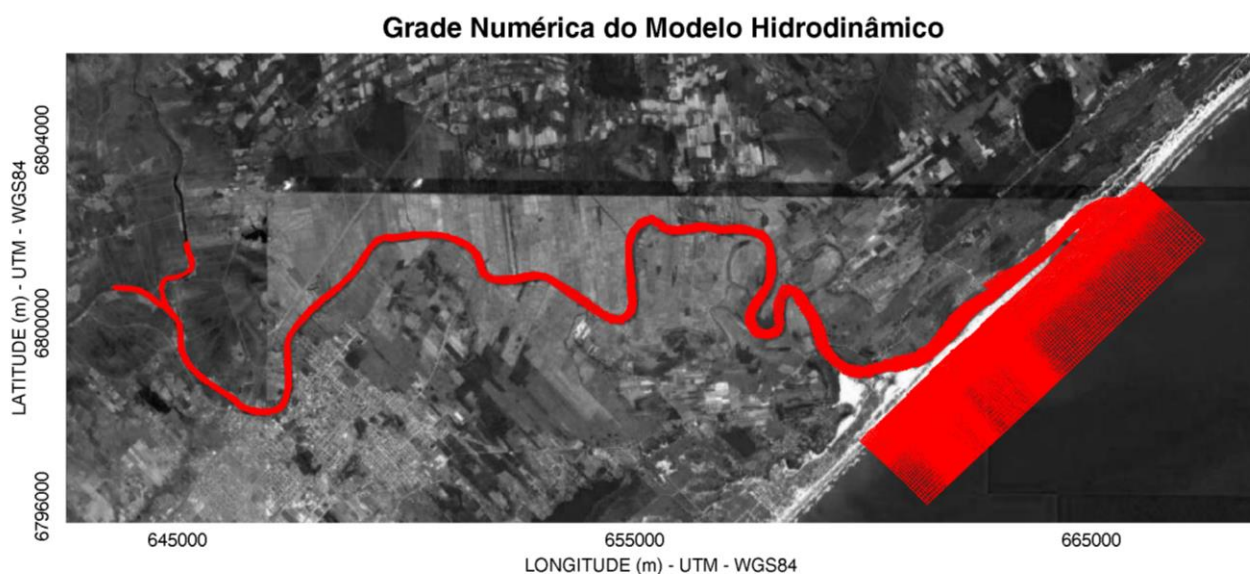




Figura 7. Grade numérica utilizada nas simulações hidrodinâmicas de inundação.

Para a adequada configuração do modelo matemático Delft3D se faz necessário o conhecimento do leito marinho da área de interesse. Desta maneira, a partir de dados obtidos para a realização do estudo explícito nos documentos de referência foi realizada uma nova interpolação de forma a adequar a batimetria local à configuração atual (

Figura 2) e à alternativa de molhes proposta (Figura 3).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>14/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

### 7.1.2 Resultados

Entre os resultados das simulações apresentados neste documento estão incluídos mapas de elevação da superfície da água associado a cada evento e cenário batimétrico/estrutural proposto, bem como comparações de séries temporais de nível da água em pontos de controle pré-definidos ao longo da área de estudo (Figura 8). Os resultados apresentados nesta seção estão divididos de acordo com a série de vazão fluvial simulada, evento 1 (vazão de 1995 – 25%), evento 2 (vazão de 1995) e evento 3 (vazão de 1995 + 25 %).

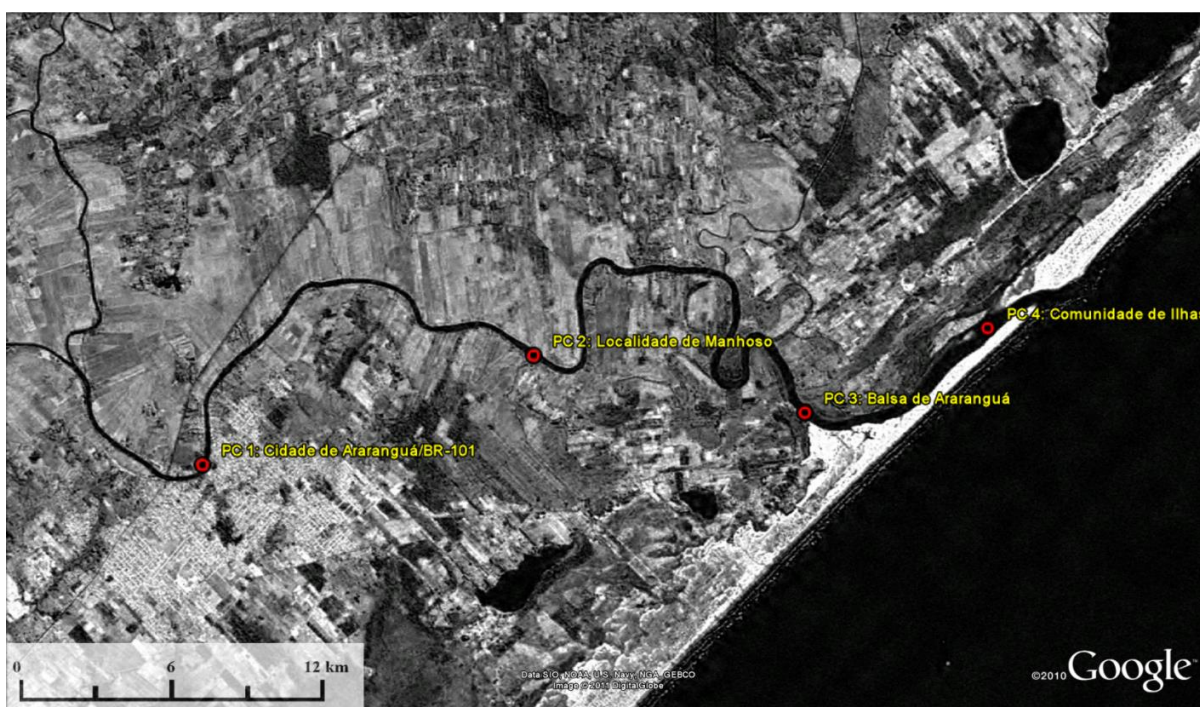




Figura 8: Pontos de controle pré-definidos para análise da variação do nível da água ao longo do tempo de simulação.

#### 7.1.2.1 Evento 1: vazão de DEZ. de 1995 – 25%

O Evento 1 possui como forçante fluvial a série temporal de vazões da enchente de 1995 subtraída em 25%, conforme explicado no início da seção 5 (MODELO DE INUNDAÇÃO).

Entre a Figura 10 e a Figura 15 são apresentados os mapas de elevação da superfície da água ao longo da área de estudo. Para cada cenário batimétrico/estrutural considerado foram geradas imagens em 3 diferentes tempos de simulação, indicados na Figura 9:

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>15/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

- O primeiro mapa é relativo ao dia 23/12/1995, e representa o início do evento extremo de vazão (anterior à enchente) (Figura 10 e Figura 11).
- O segundo mapa de elevação da superfície da água é associado ao pico de vazão/cota fluvial (25/12/1995) (Figura 12 e Figura 13).
- O terceiro mapa representa a condição após o máximo da enchente (28/12/1995), em momento de diminuição do nível de água (Figura 14 e Figura 15).

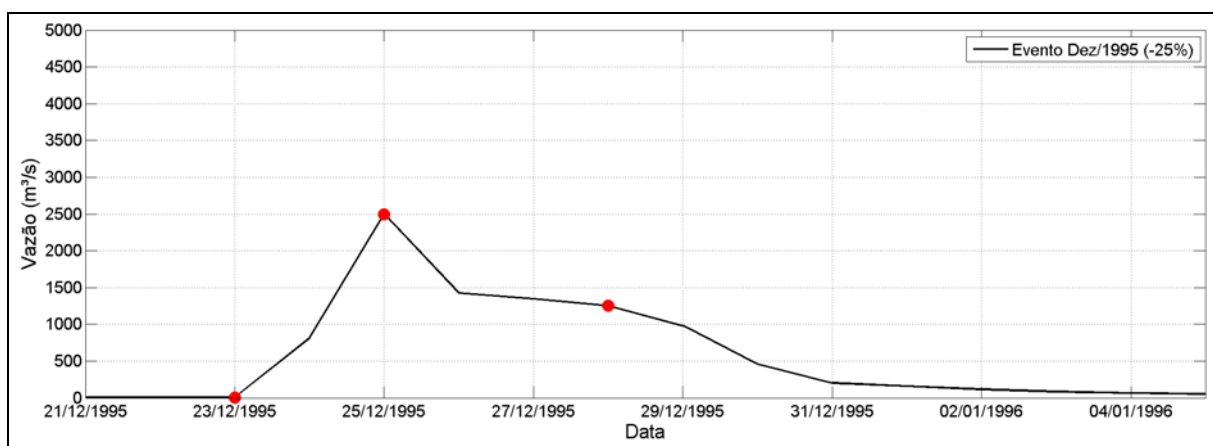




Figura 9: Série temporal de vazão do evento 1 e os tempos selecionados (pontos em vermelho) para gerar os mapas de nível de água.

Em todos os mapas apresentados nas figuras posteriores são comparados o cenário atual *versus* alternativa de molhes.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>16/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

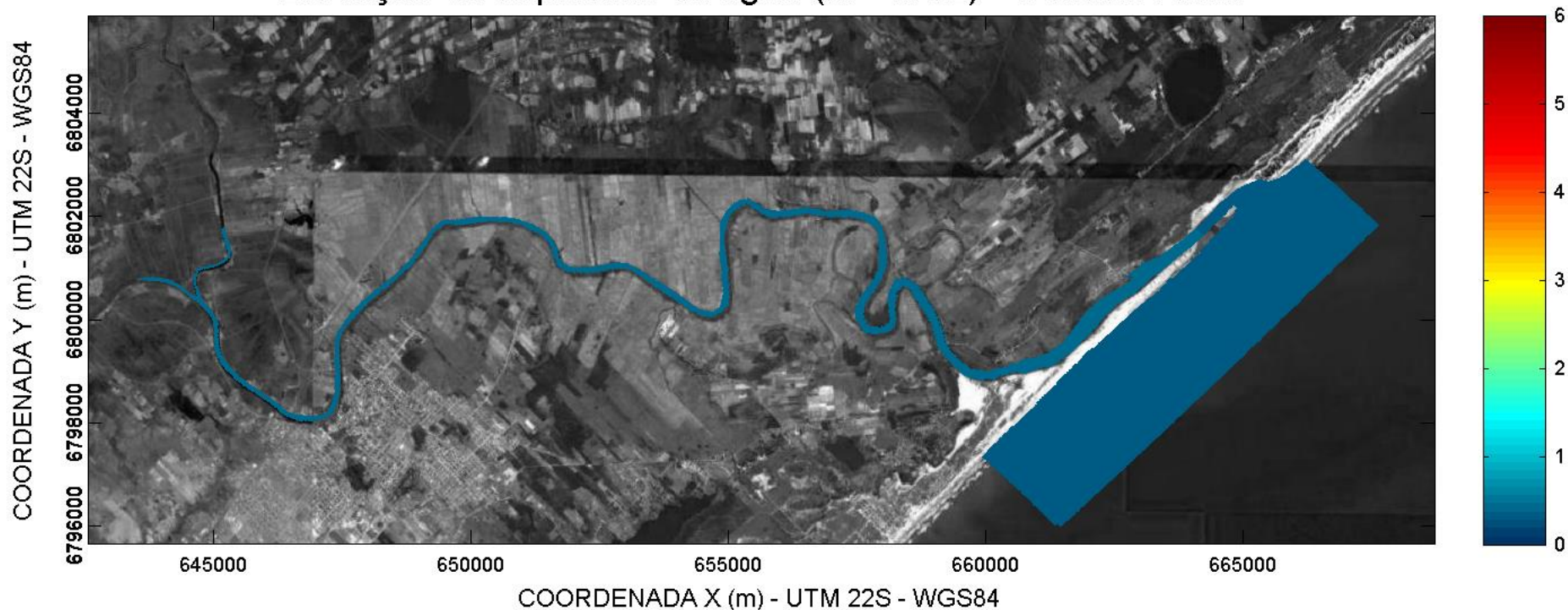




Figura 10: Nível da água do cenário Atual para o Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>17/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

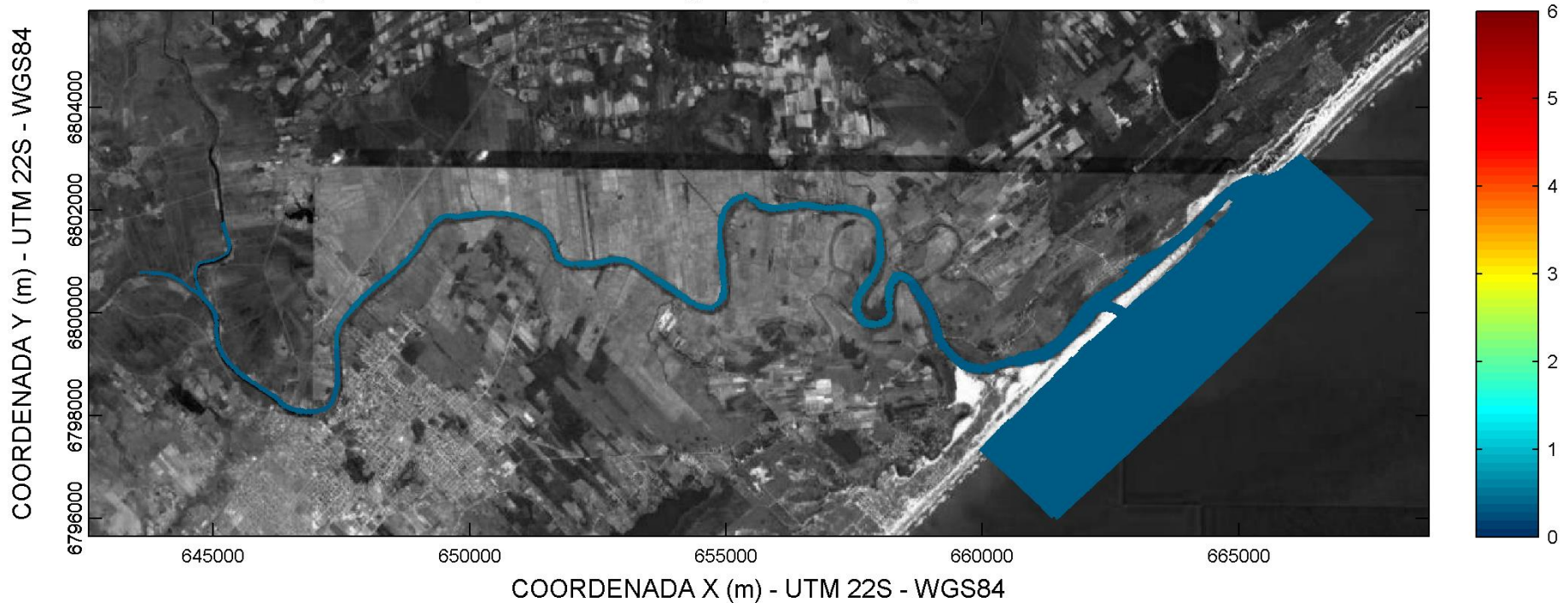




Figura 11: Nível da água do cenário com alternativa de molhe para o Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>18/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

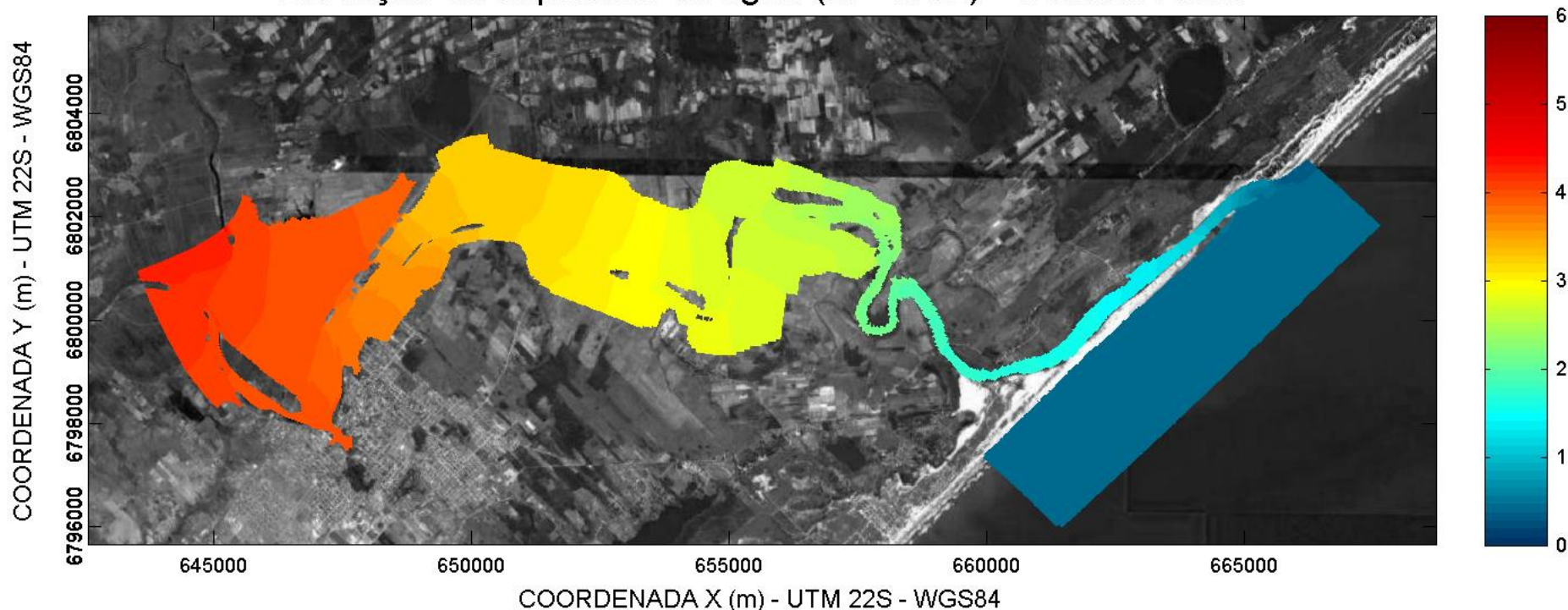




Figura 12: Nível da água para o cenário Atual no Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 25/12/1995 (pico da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>19/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

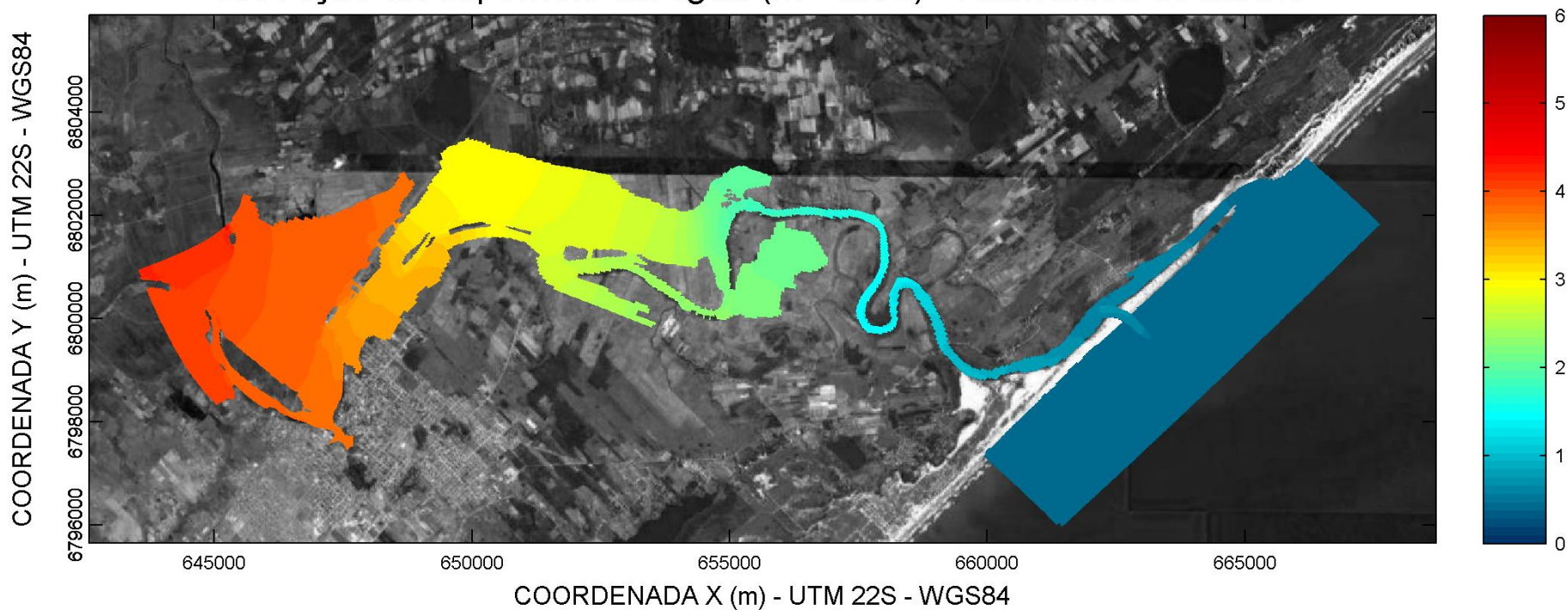




Figura 13: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 25/12/1995 (pico da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>20/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

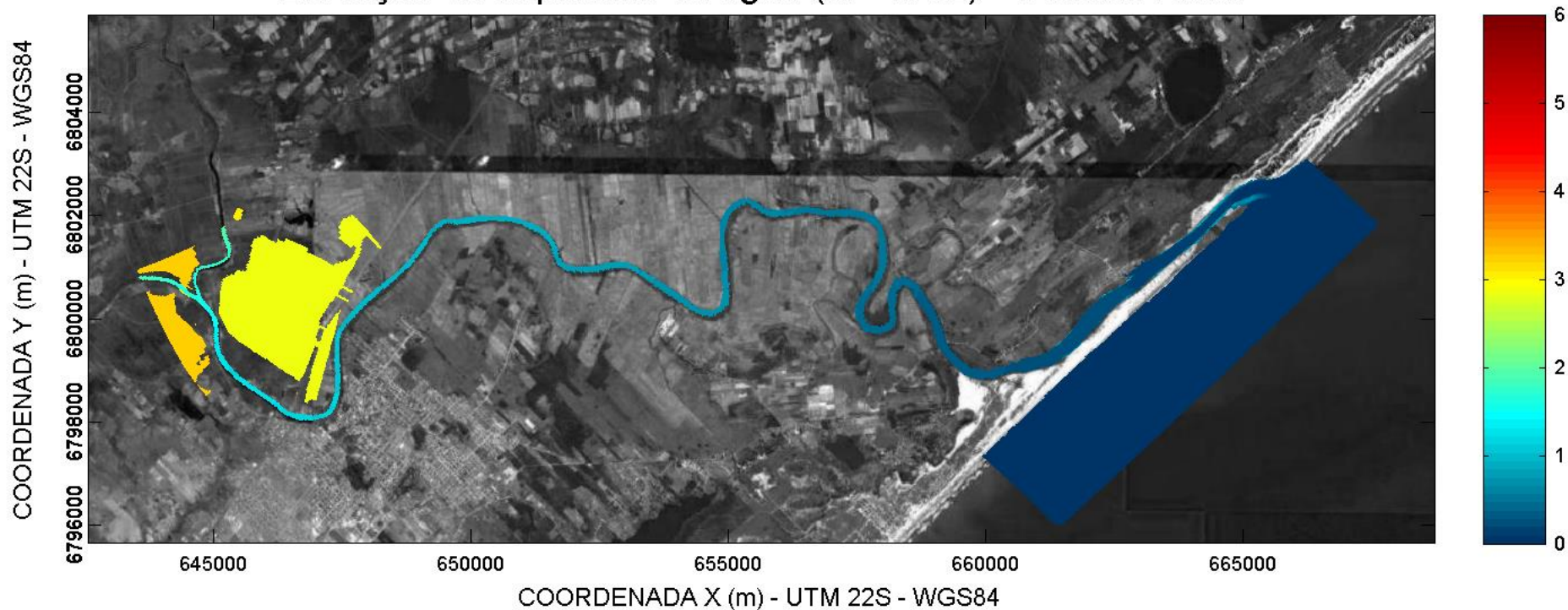




Figura 14: Nível da água para o cenário Atual no Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>21/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

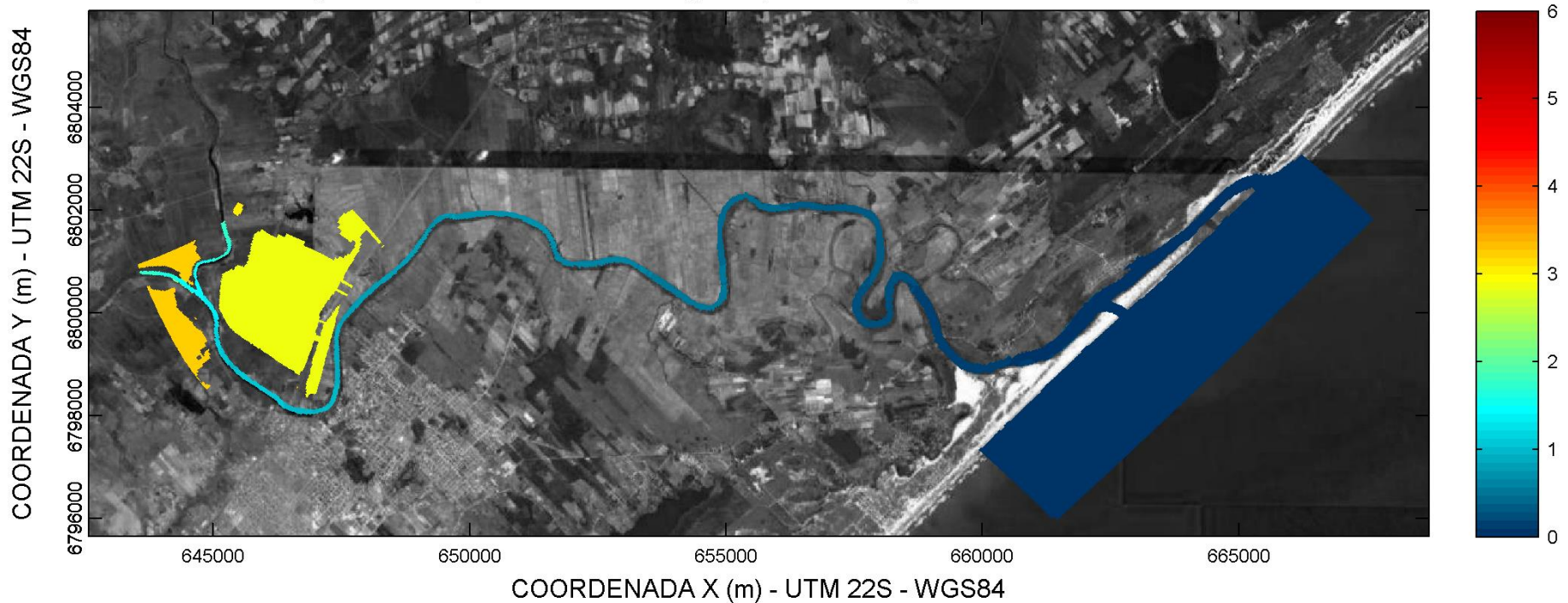






Figura 15: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento1 (vazão de 1995 – 25%), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>22/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

Entre a Figura 16 e a Figura 19 são apresentados os gráficos de elevação da superfície da água associadas aos pontos de controle ao longo do curso do rio, conforme indicados na Figura 8.

A comparação entre as séries temporais de nível d'água dos cenários batimétricos/estruturais (atual e alternativa de molhe) permite visualizar os efeitos da obra de fixação da barra do Rio Araranguá no escoamento fluvial durante o evento de vazão extrema.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>23/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

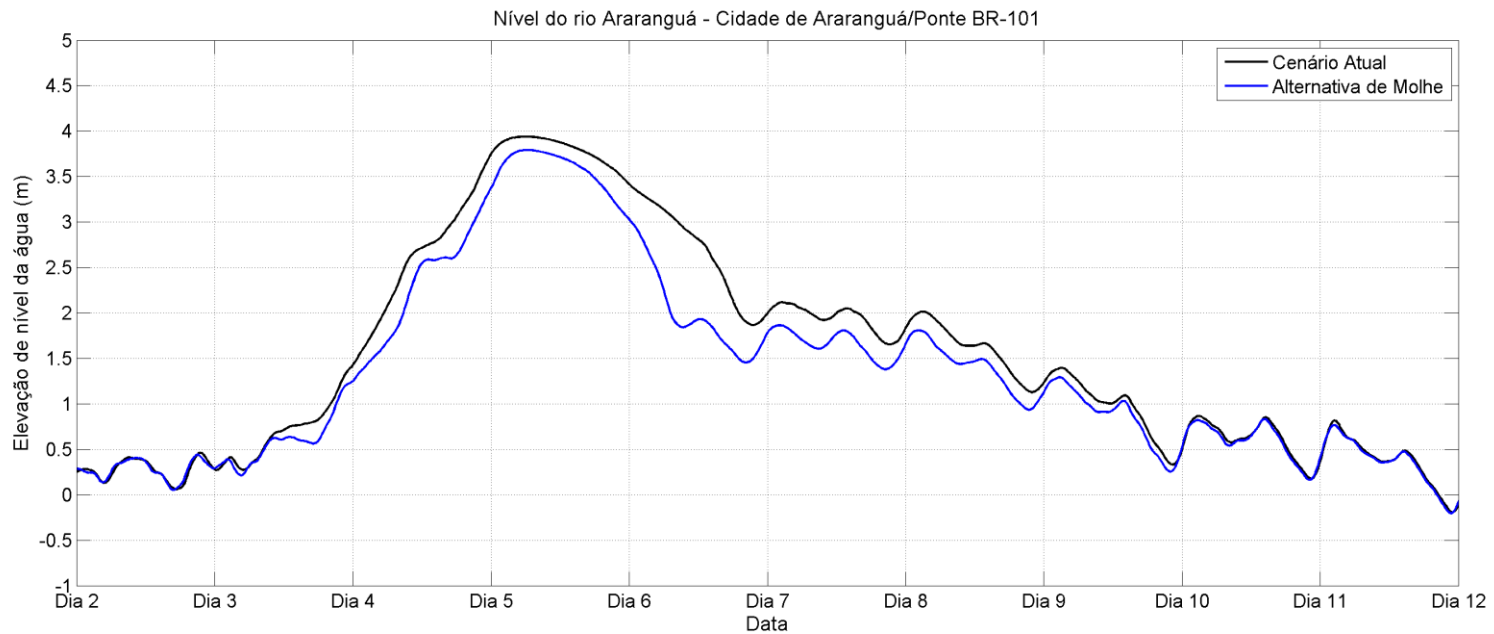




Figura 16: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 1, para o Ponto de Controle 1 – Cidade de Araranguá/Ponte BR-101.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>24/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

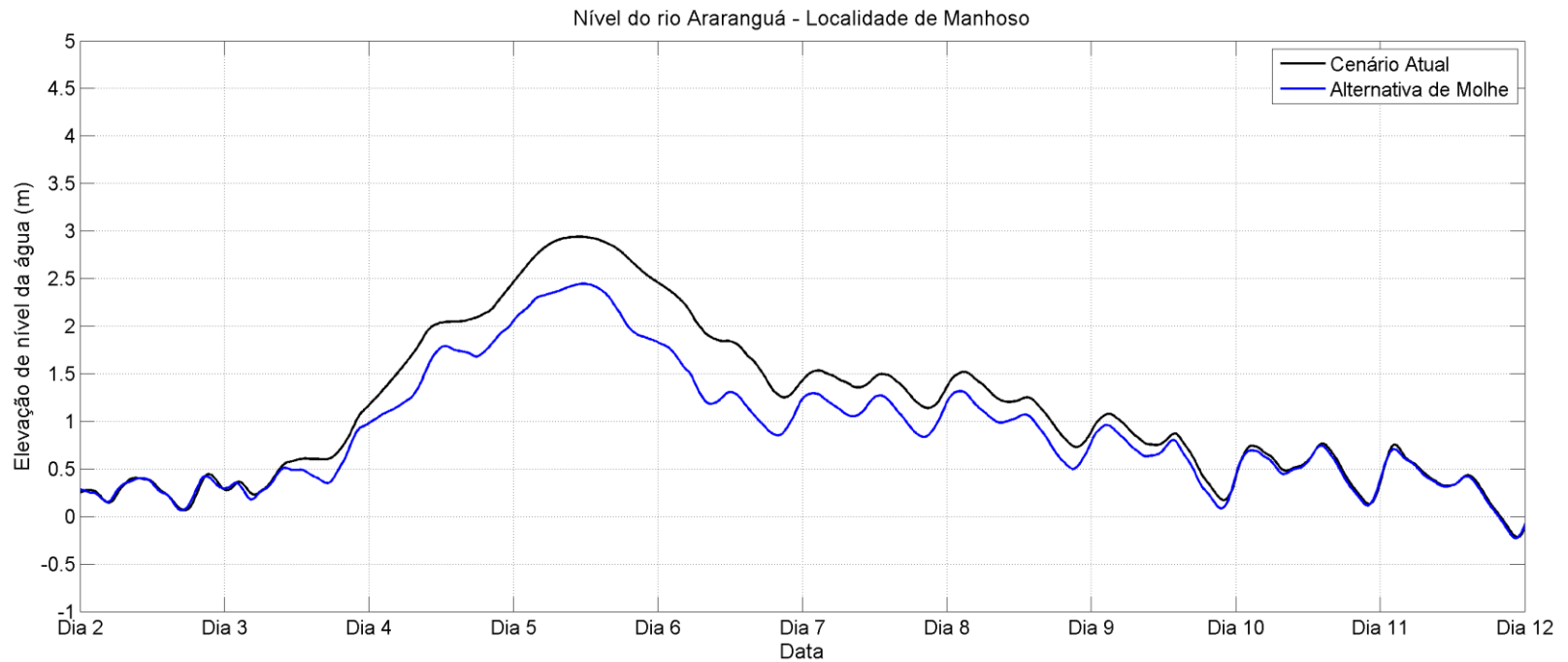




Figura 17: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 1, para o Ponto de Controle 2 – Localidade de Manhoso.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>25/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

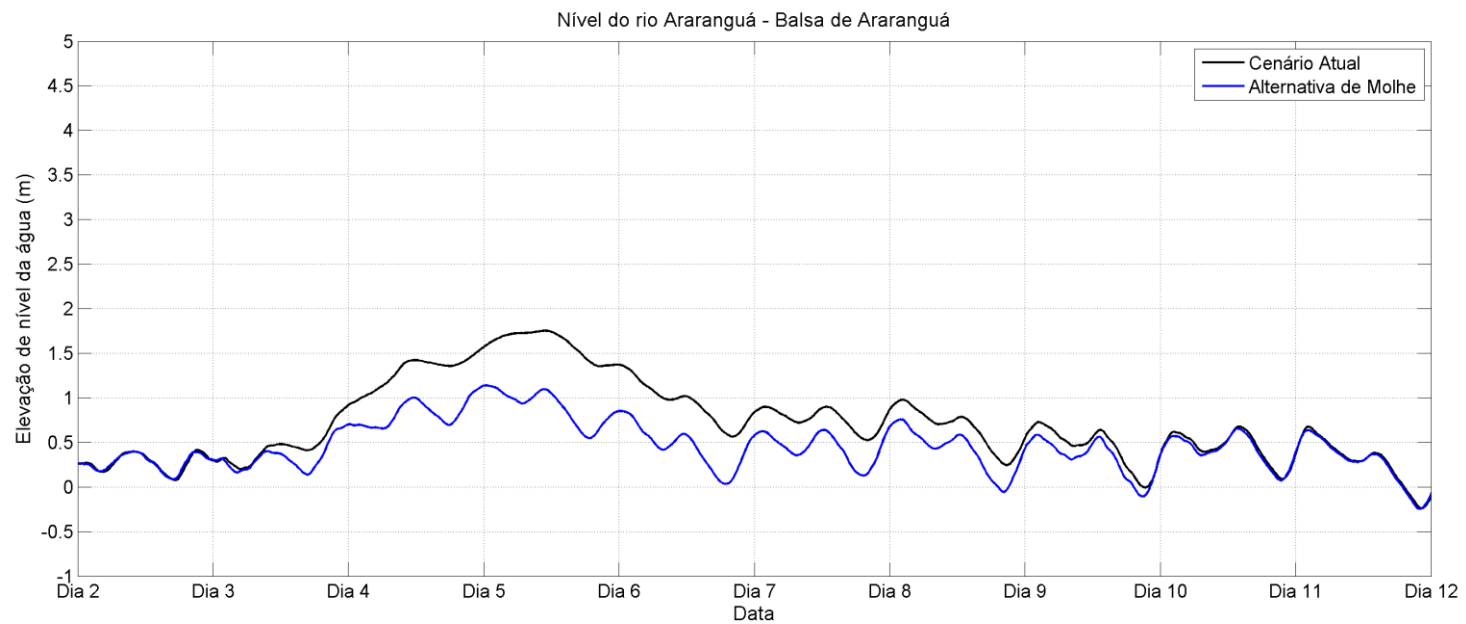




Figura 18: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 1, para o Ponto de Controle 3 – Balsa de Araranguá.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>26/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

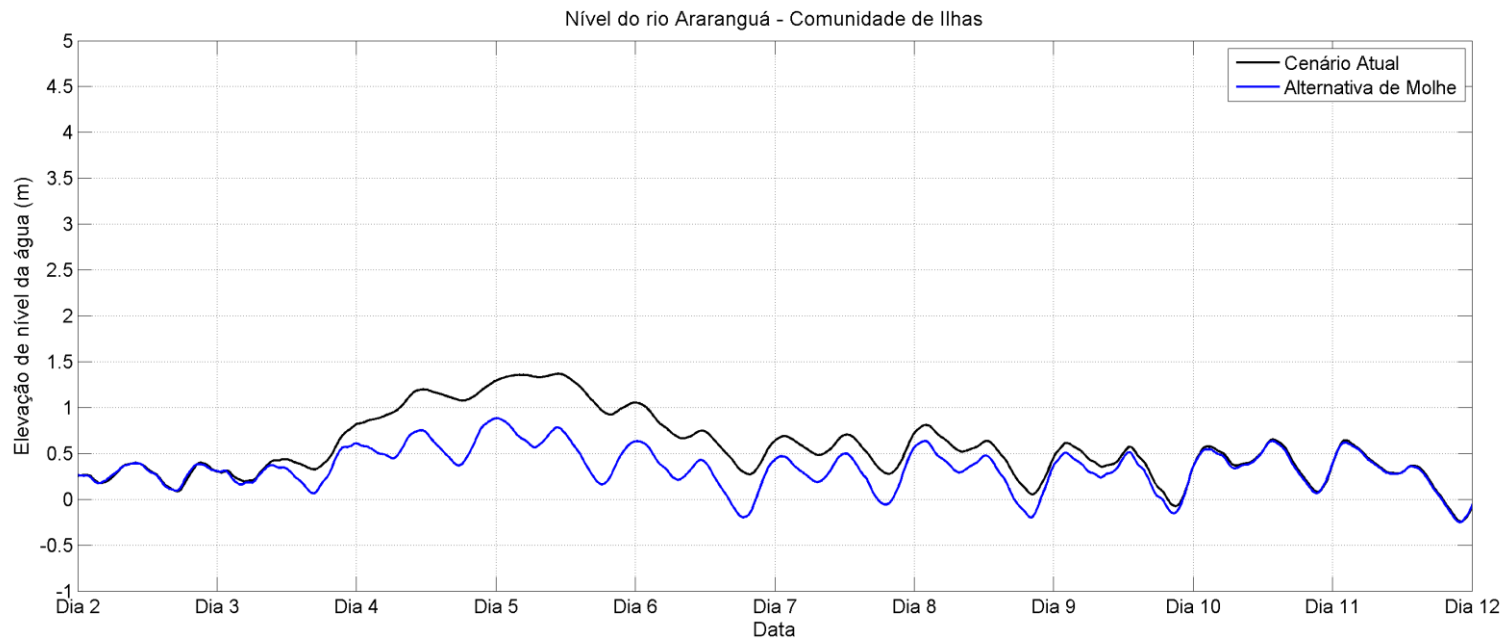




Figura 19: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 1, para o Ponto de Controle 4 – Comunidade de Ilhas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>27/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

No cenário atual, uma grande área adjacente à margem do Rio Araranguá é alagada durante o pico de vazão (tempo 2). Para a alternativa com o molhe, a área alagada é menor, bem como a altura da lâmina d'água.

Essa observação pode ser constatada nos gráficos de linha (Figuras 15 a 18), os quais contem a série temporal de elevação de nível para as duas situações (com e sem molhes) ao longo do tempo.

A comparação das séries temporais mostra que, quando analisada a alternativa com molhes em relação aos resultados do cenário atual, existe uma diminuição do nível máximo atingido pelo rio, assim como após o pico de vazão do evento. O escoamento da enchente é mais eficiente, baixando o nível d'água mais rapidamente ao longo dos rios Araranguá, Itoupava e Mãe Luzia.

As séries temporais de elevação da superfície da água associadas ao Ponto de Controle 1, próximo à cidade de Araranguá e à Ponte da BR-101 (Figura 16), indicam um sobrenível máximo de aproximadamente 4,0 m associado ao cenário atual. Os resultados da simulação do Evento 1, considerando a alternativa de molhe, indicam sobrenível máximo de aproximadamente 3,7 m na região da cidade de Araranguá/ponte BR-101.

No Ponto de Controle 2 (localidade de Manhoso – Figura 17), as máximas elevações da superfície da água durante o Evento 1 foram de aproximadamente 2,9 m para o cenário atual e 2,4 m para a alternativa com molhes.



No Ponto de Controle 3 (Balsa de Araranguá – Figura 18) as máximas elevações ao longo do período simulado considerando o Evento 1 foram de aproximadamente 1,7 m (cenário atual) e 1,1 m (alternativa com molhe) ().

No Ponto de Controle 4, próximo à Comunidade de Ilhas (Figura 19), as máximas elevações da superfície da água observadas ao longo das simulações do Evento 1 são de aproximadamente 1,4 m (cenário atual) e 0,9 m (alternativa com molhe).

#### 7.1.2.2 Evento 2: vazão de DEZ. 1995

O Evento 2 possui como forçante fluvial a série temporal de vazão da enchente de 1995, como explicado no início da seção 5 (MODELO DE INUNDAÇÃO).

Entre a Figura 21 e a Figura 26, são apresentados os mapas de elevação da superfície da água ao longo da área de estudo. Para cada cenário batimétrico/estrutural considerado foram geradas imagens em 3 diferentes tempos de simulação, indicados na Figura 20:

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>28/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

- O primeiro mapa é relativo ao dia 23/12/1995, e representa o início do evento extremo de vazão (anterior à enchente) (Figura 21 e Figura 22).
- O segundo mapa de elevação da superfície da água é associado ao pico de vazão fluvial (25/12/1995) (Figura 23 e Figura 24);
- O terceiro mapa representa a condição após a enchente (28/12/1995) em momento de diminuição do nível de água (Figura 25 e Figura 26).

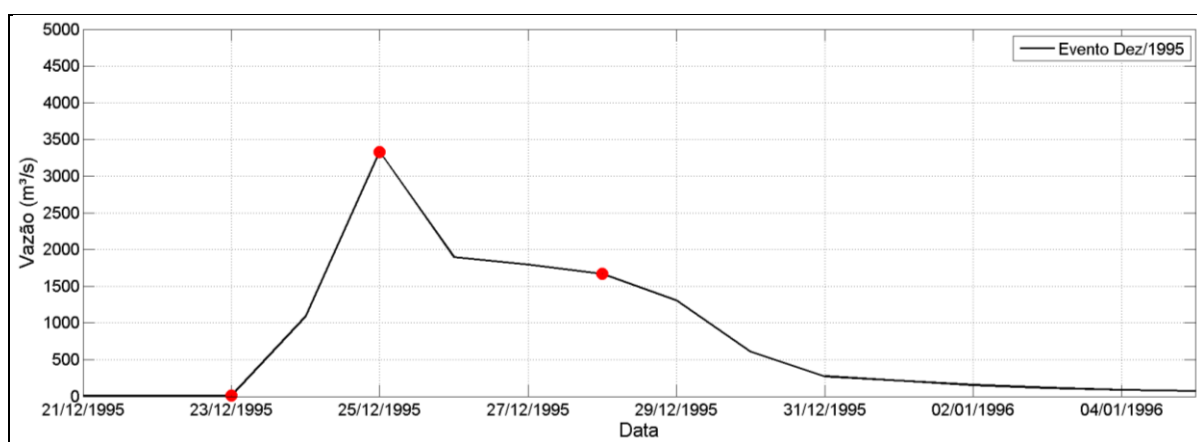




Figura 20: Série temporal de vazão do Evento 2 e os tempos selecionados (pontos em vermelho) para gerar os mapas de nível de água.

Em todos os mapas apresentados nas figuras posteriores são comparados o cenário atual *versus* alternativa de molhes.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>29/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

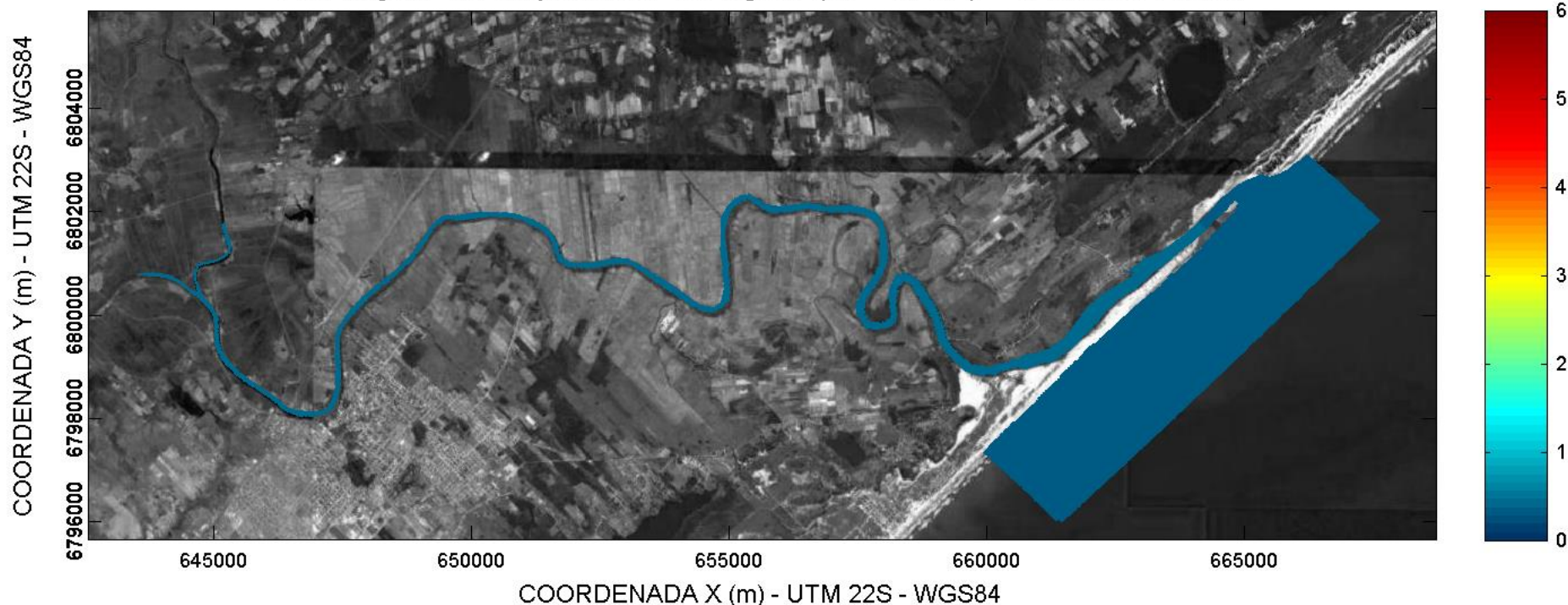




Figura 21: Nível da água para o cenário Atual no Evento2 (vazão de 1995), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>30/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

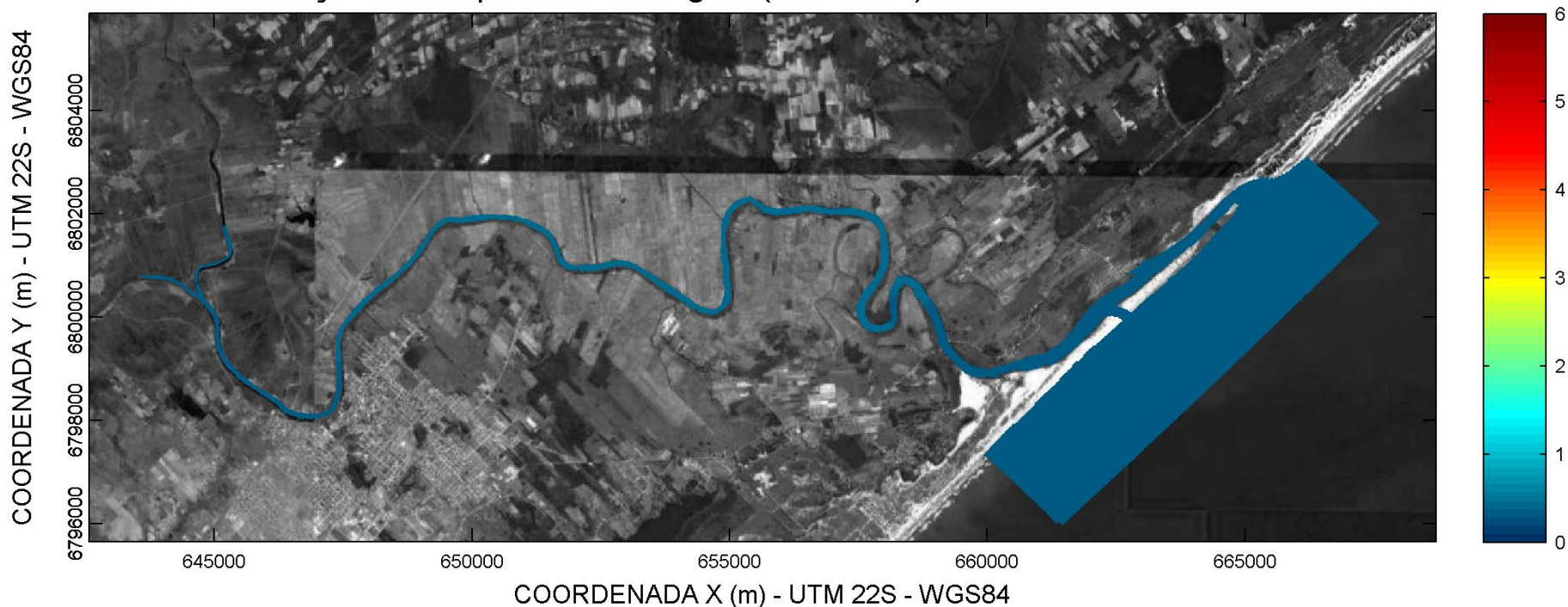




Figura 22: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento2 (vazão de 1995), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>31/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

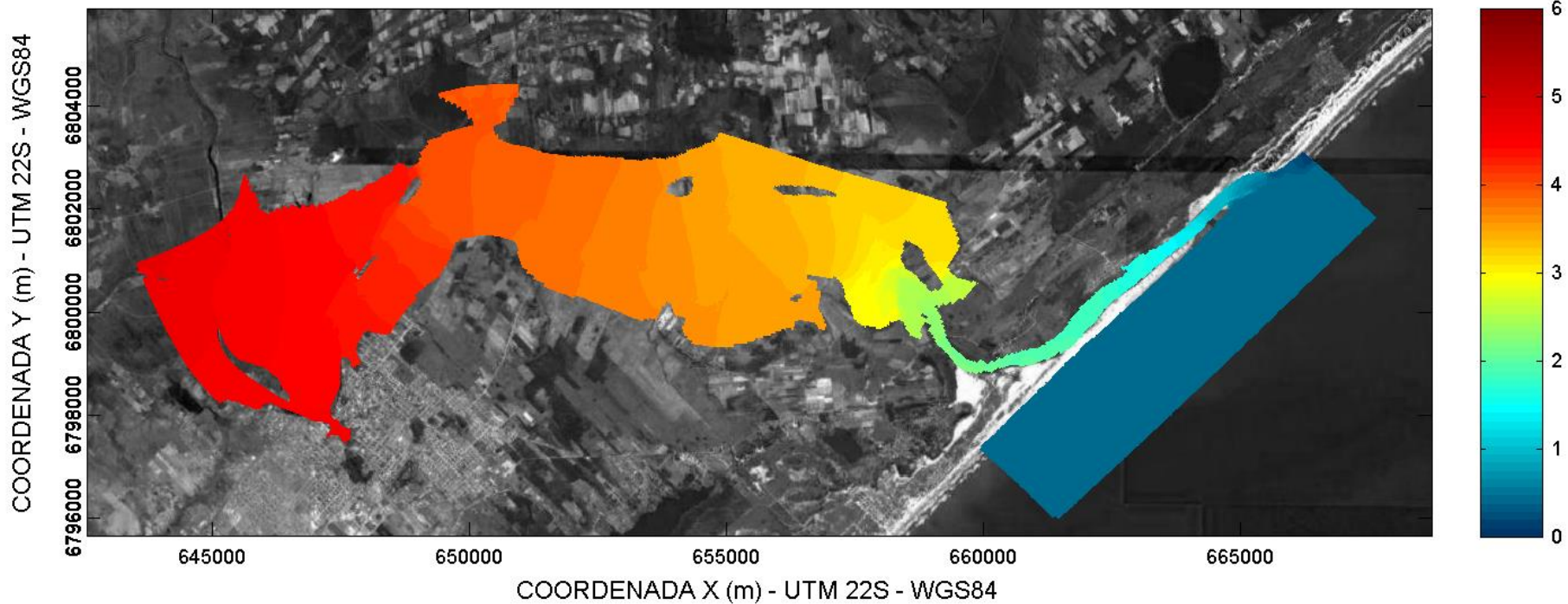




Figura 23: Nível da água para o cenário Atual no Evento2 (vazão de 1995), dia 25/12/1995 (pico da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>32/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

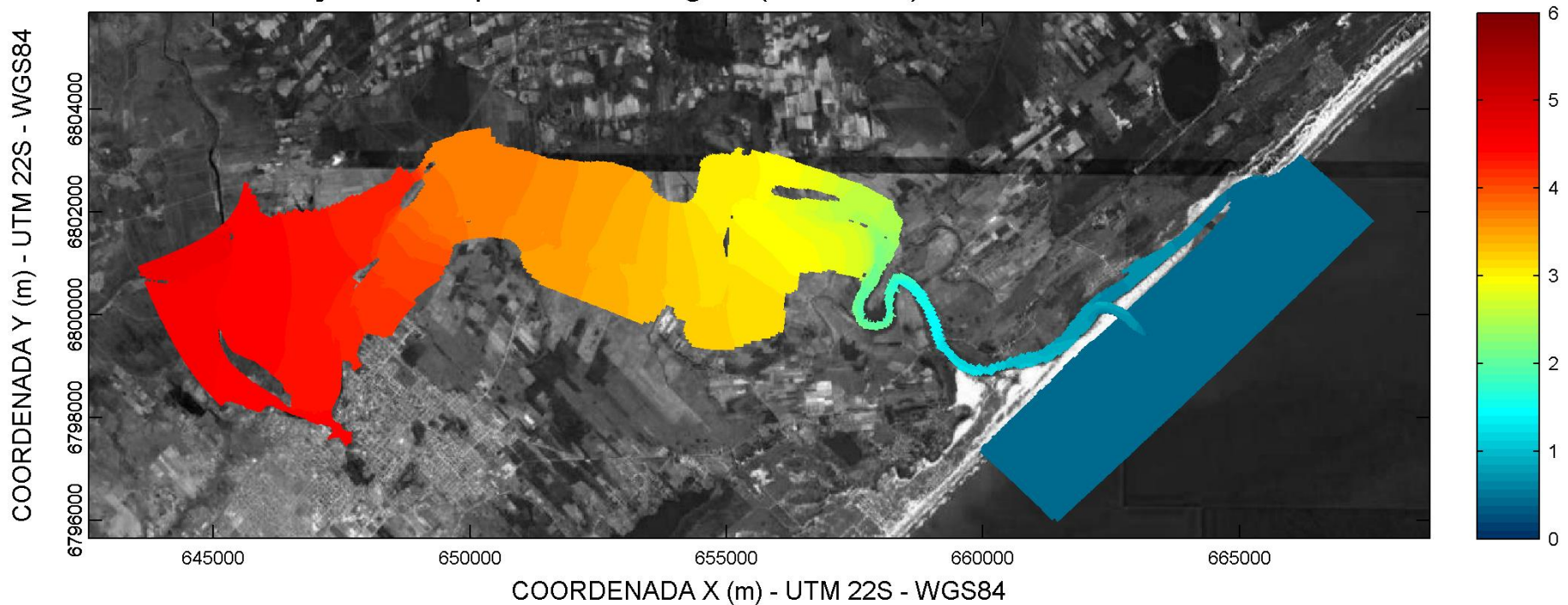




Figura 24: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento2 (vazão de 1995), dia 25/12/1995 (pico da enchente).



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>33/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

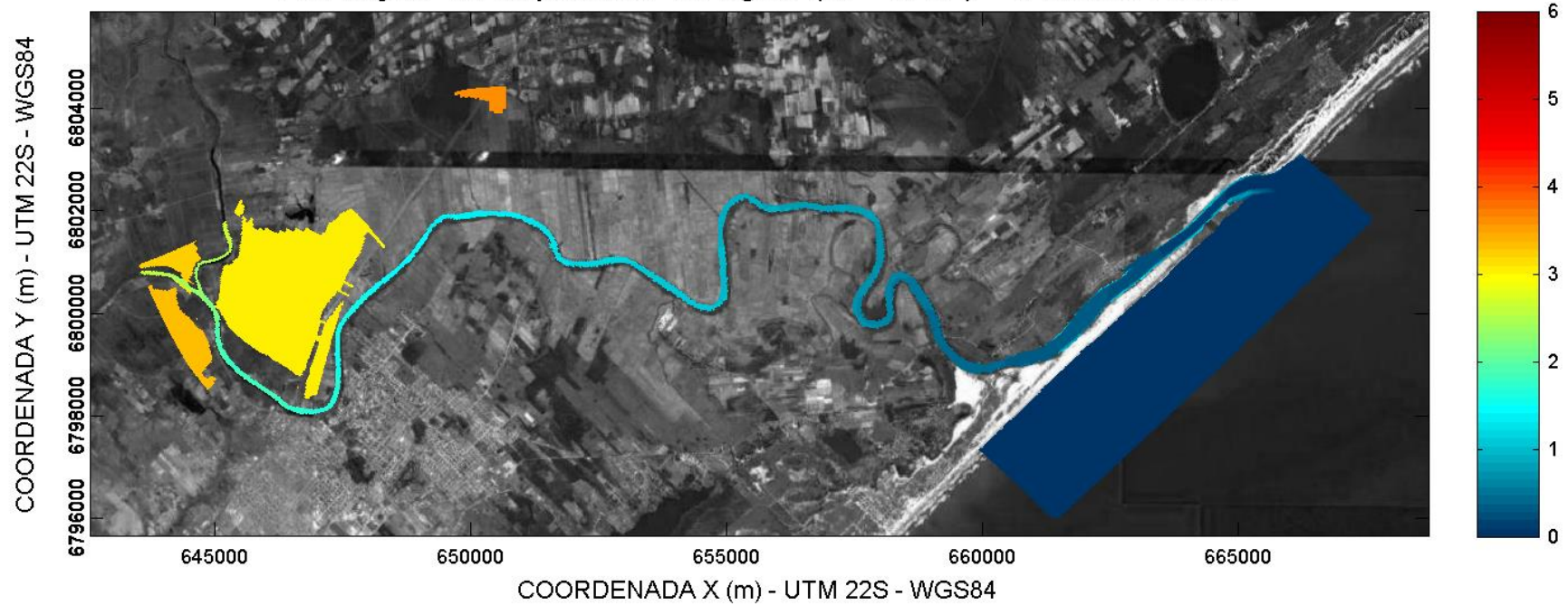




Figura 25: Nível da água para o cenário Atual no Evento2 (vazão de 1995), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>34/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

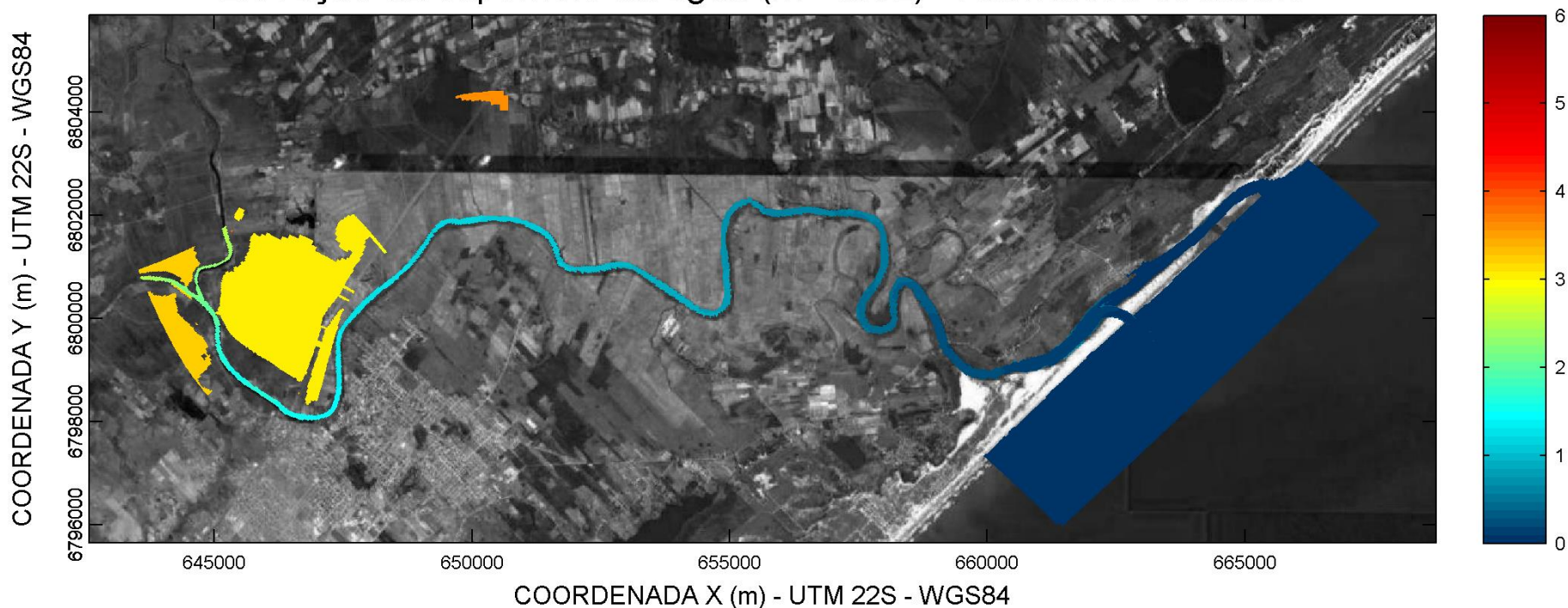






Figura 26: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento2 (vazão de 1995), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>35/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

Entre a Figura 27 e a Figura 30 são apresentados os gráficos das séries temporais de elevação da superfície da água associadas aos pontos de controle ao longo do curso do rio, conforme indicados na Figura 8.

A comparação das séries de nível entre os cenários batimétricos/estruturais (atual e alternativa de molhe) indica o efeito causado pela obra de fixação da barra do Rio Araranguá no escoamento fluvial durante o evento de vazão extrema.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>36/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

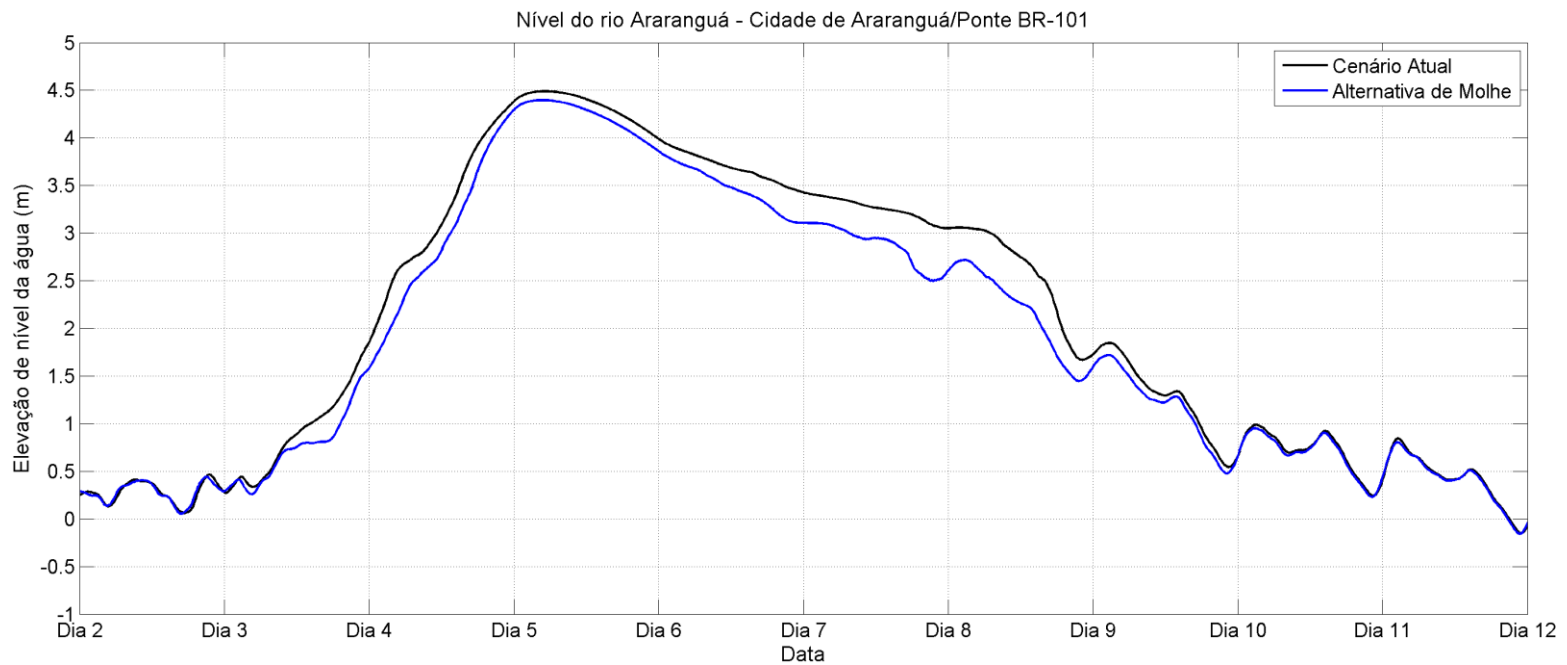




Figura 27: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 2, no Ponto de Controle 1 - Cidade de Araranguá/Ponte BR-101.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>37/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

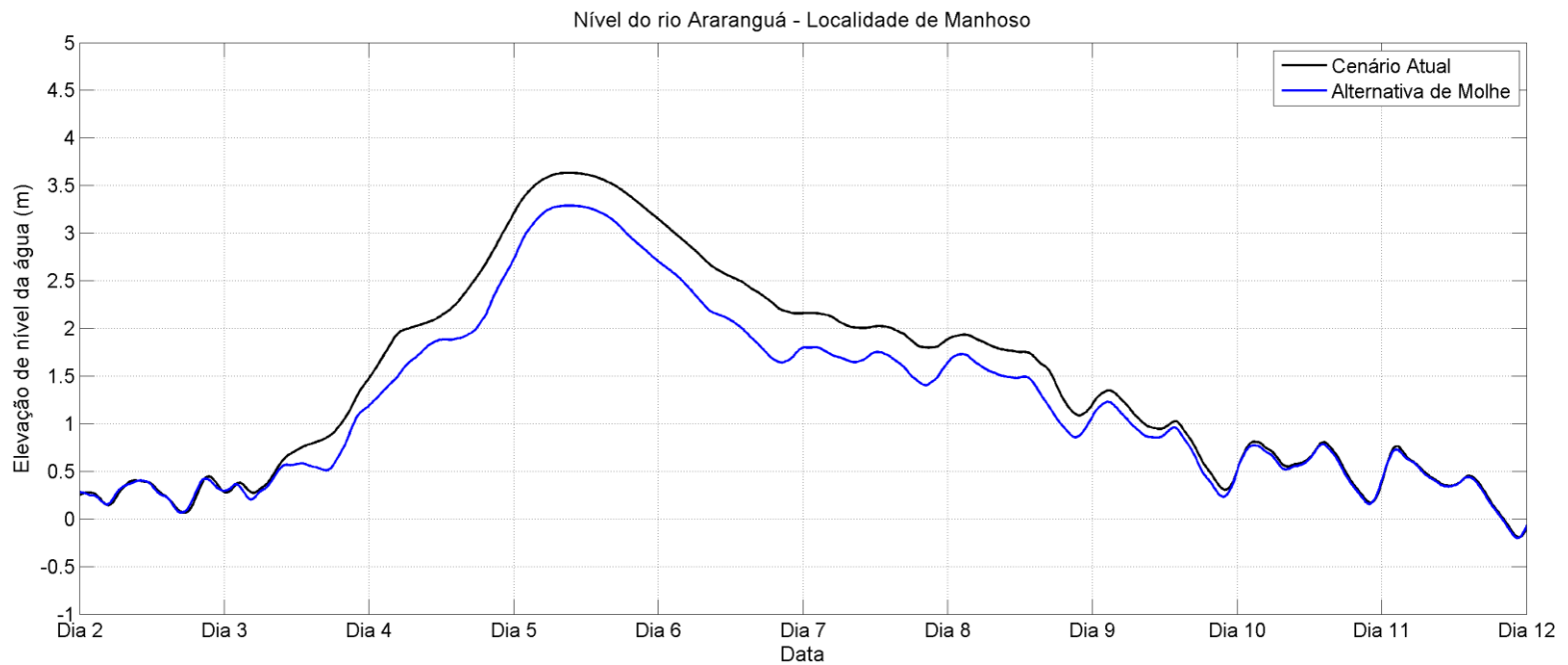




Figura 28: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 2, no Ponto de Controle 2 - Localidade de Manhoso.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>38/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

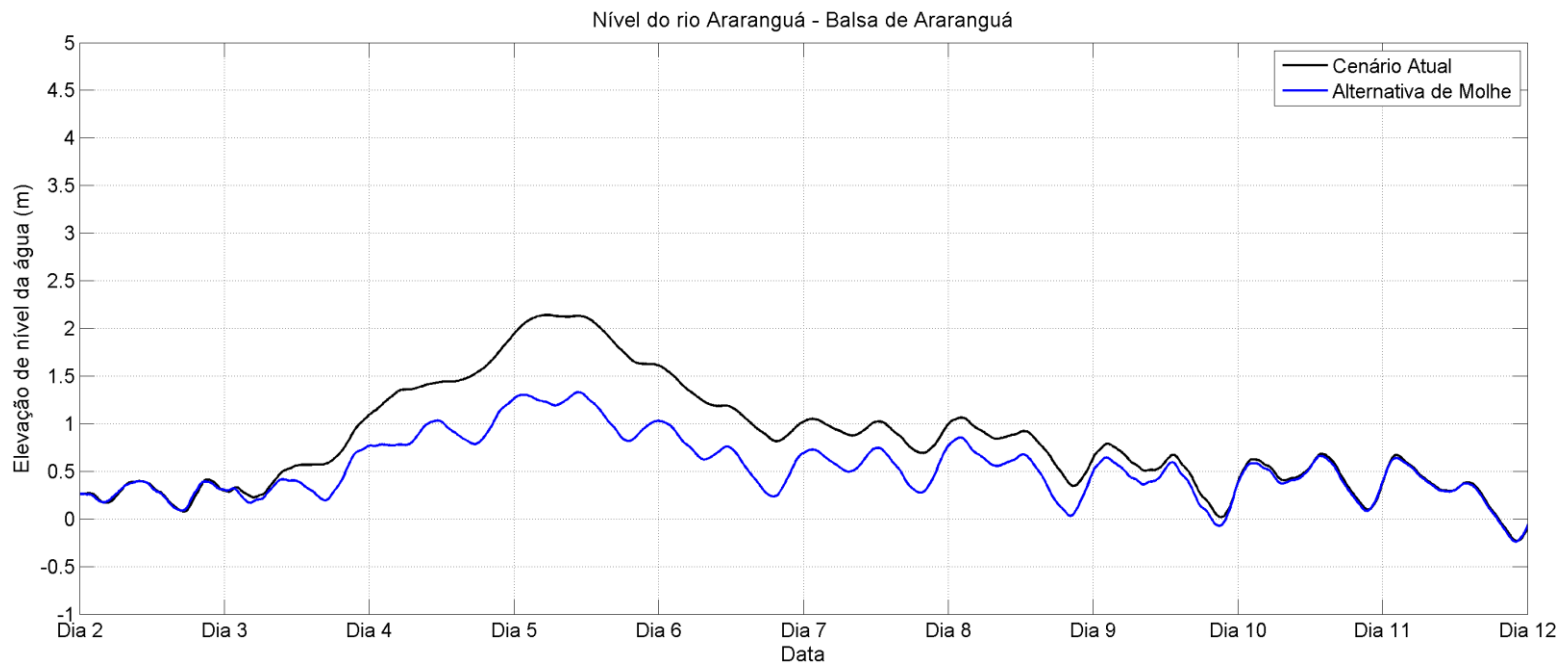




Figura 29: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 2, no Ponto de Controle 3 - Balsa de Araranguá.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>39/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

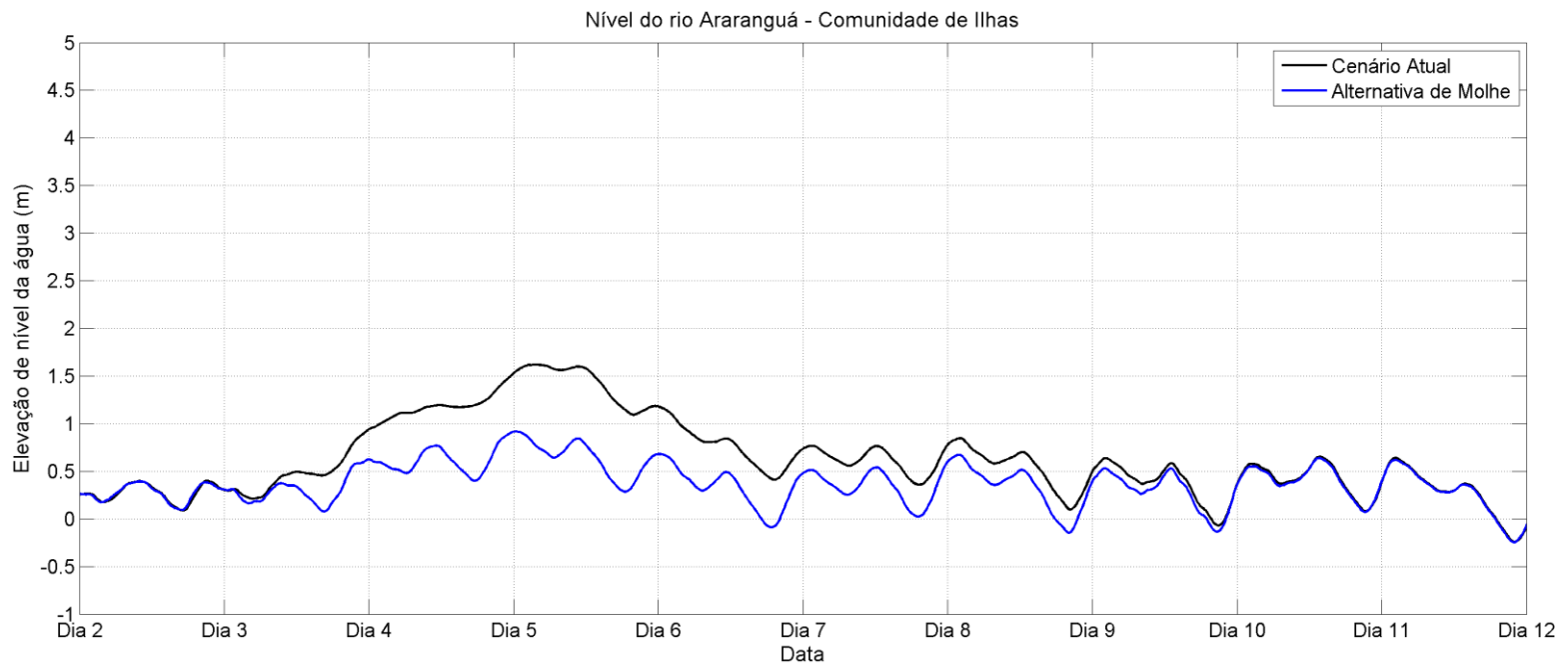




Figura 30: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 2, no Ponto de Controle 4 - Comunidade de Ilhas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>40/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

A comparação dos mapas de elevação da superfície da água associados ao Evento 2, com valores de vazão maiores que o Evento 1, também indica diferenças entre o cenário atual e o cenário com os molhes propostos (Figura 21 a Figura 26). Neste evento, tanto no cenário atual quanto na alternativa com a presença de molhes, uma grande área adjacente à margem do Rio Araranguá é alagada durante o pico de vazão (tempo 2). Nas simulações realizadas para a alternativa de fixação, entretanto, as áreas inundadas são menores quando comparadas às áreas inundadas no cenário atual.

A comparação das séries temporais de elevação da superfície da água ao longo dos pontos de controle mostra que existe uma diminuição do nível do rio associada ao cenário com a inclusão dos molhes em relação aos resultados do cenário atual.

Como observado no Evento 1 (vazão de 1995 – 25%), também verifica-se uma maior eficiência no escoamento, após o pico de vazão do evento, baixando o nível d'água mais rapidamente ao longo dos rios Araranguá, Itoupava e Mãe Luzia.



As séries temporais de elevação da superfície da água associadas ao Ponto de Controle 1, próximo à cidade de Araranguá e à Ponte da BR-101 (Figura 26), indicam um sobrenível máximo de aproximadamente 4,5 m associado ao cenário atual. Os resultados da simulação do Evento 2 considerando a alternativa indica sobrenível máximo de aproximadamente 4,3 m na região da cidade de Araranguá/ponte BR-101.

No Ponto de Controle 2 (localidade de Manhoso - Figura 28), as máximas elevações da superfície da água durante o Evento 2 foram de aproximadamente 3,6 m para o cenário atual e 3,4 m para o cenário alternativo com a presença de molhes.

No Ponto de Controle 3 (Balsa de Araranguá - Figura 29) as máximas elevações ao longo do período simulado considerando o Evento 2 foram de aproximadamente 2,1 m (cenário atual), 1,3 m na alternativa com molhe.

No Ponto de Controle 4, próximo à Comunidade de Ilhas (Figura 30), as máximas elevações da superfície da água observadas ao longo das simulações do Evento 2 são de aproximadamente 1,6 m (cenário atual), 1,0 m no cenário com molhes.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>41/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### 7.1.2.3 Evento 3: vazão de DEZ. 1995 + 25%

O Evento 3 possui como forçante fluvial a série temporal de vazão da enchente de 1995 acrescida em 25%, como explicado no início da seção 5 (MODELO DE INUNDAÇÃO).

Entre a Figura 32 e a Figura 37 são apresentados mapas de elevação da superfície da água ao longo da área de estudo. Para cada cenário batimétrico/estrutural considerado foram geradas imagens em 3 diferentes tempos de simulação, indicados na Figura 31:

- O primeiro mapa é relativo ao dia 23/12/1995, representa o início do evento extremo de vazão (anterior à enchente) (Figura 32 e Figura 33).
- O segundo mapa de elevação da superfície da água é associado ao pico de vazão fluvial (25/12/1995) (Figura 34 e Figura 35).
- O terceiro mapa representa a condição após a enchente (28/12/1995) em momento de diminuição do nível de água (Figura 36 e Figura 37).

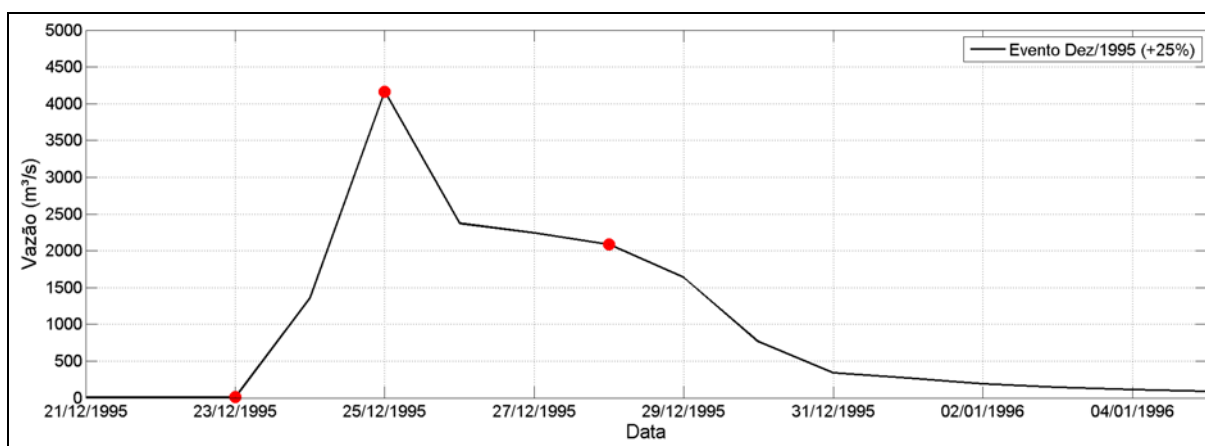




Figura 31: Série temporal de vazão do Evento 3 e os tempos seleccionados (pontos em vermelho) para gerar os mapas de nível de água.

Em todos os mapas apresentados nas figuras posteriores são comparados o cenário atual *versus* alternativa de molhes.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>42/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

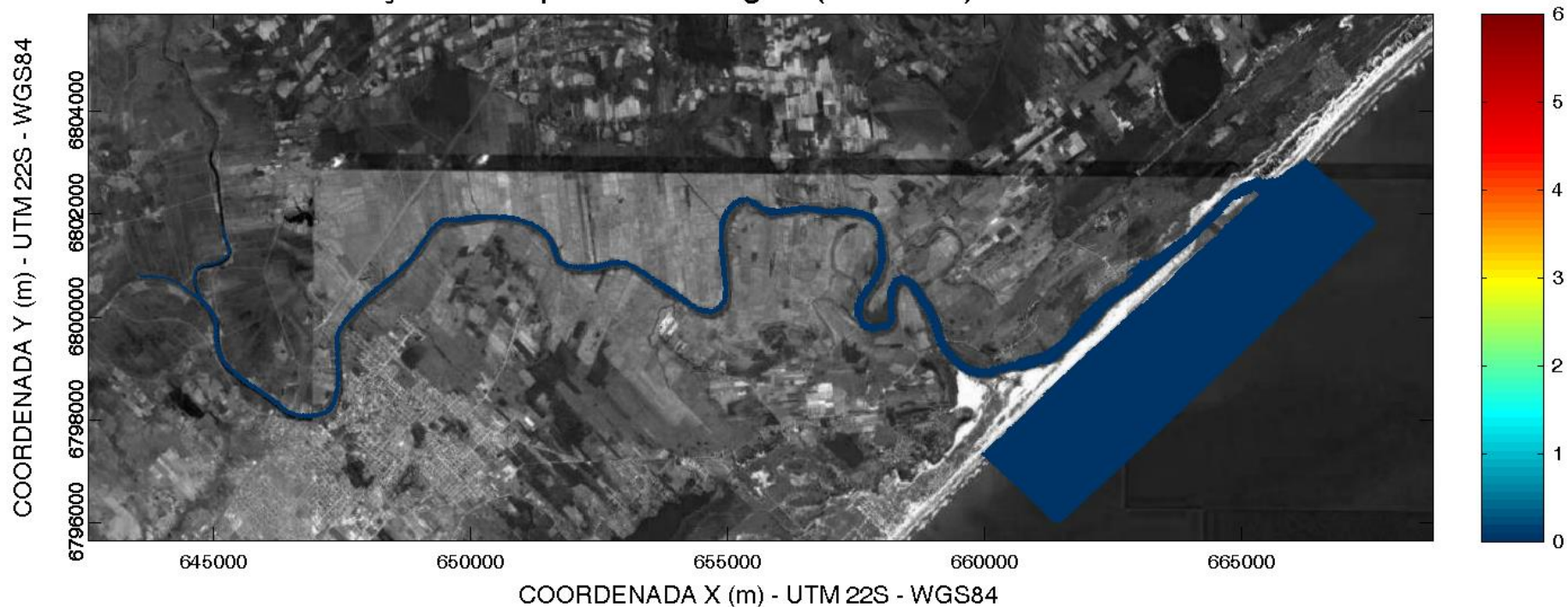




Figura 32: Nível da água para o cenário Atual no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>43/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

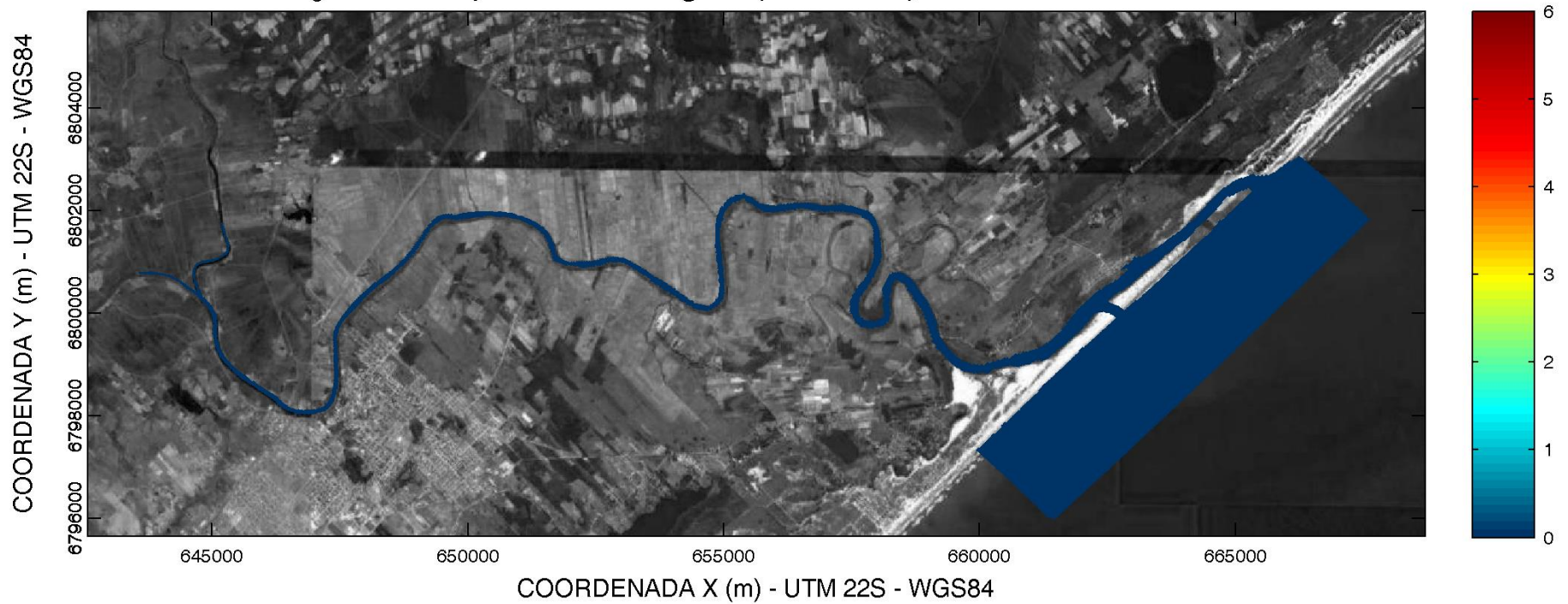




Figura 33: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 23/12/1995 (anterior à enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>44/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

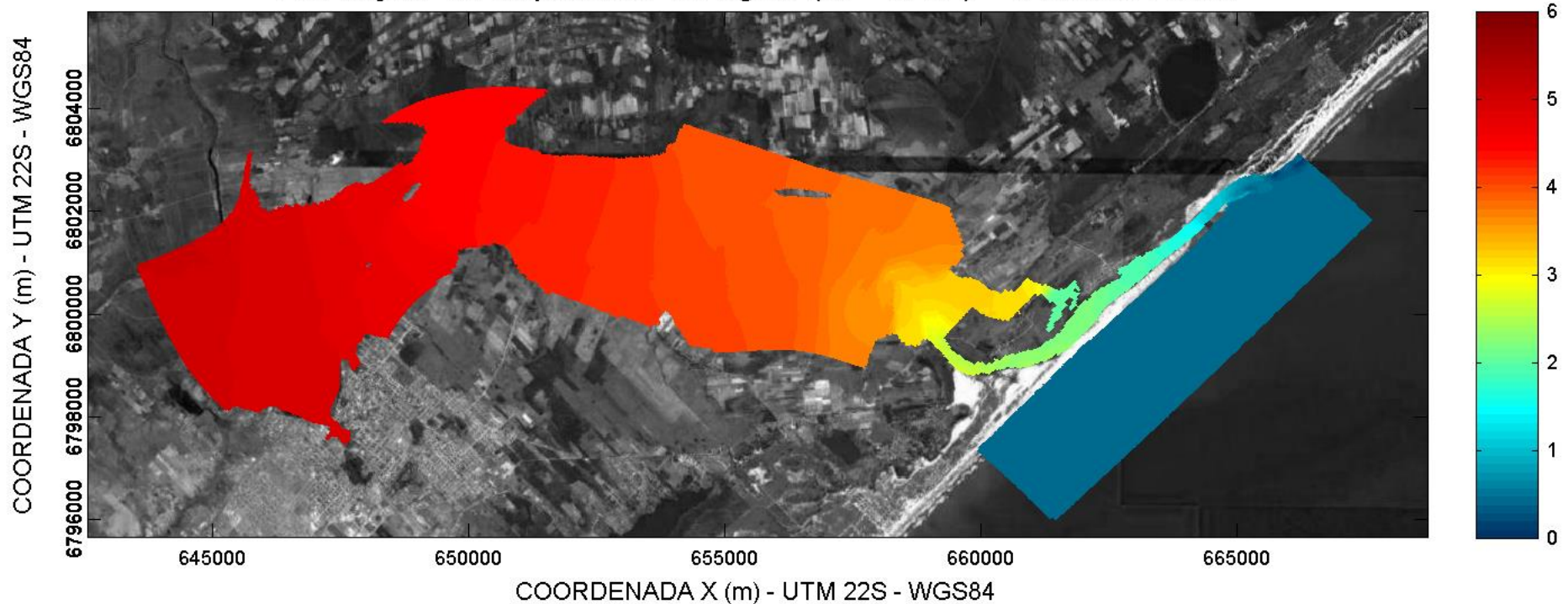




Figura 34: Nível da água para o cenário Atual no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 25/12/1995 (pico da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>45/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

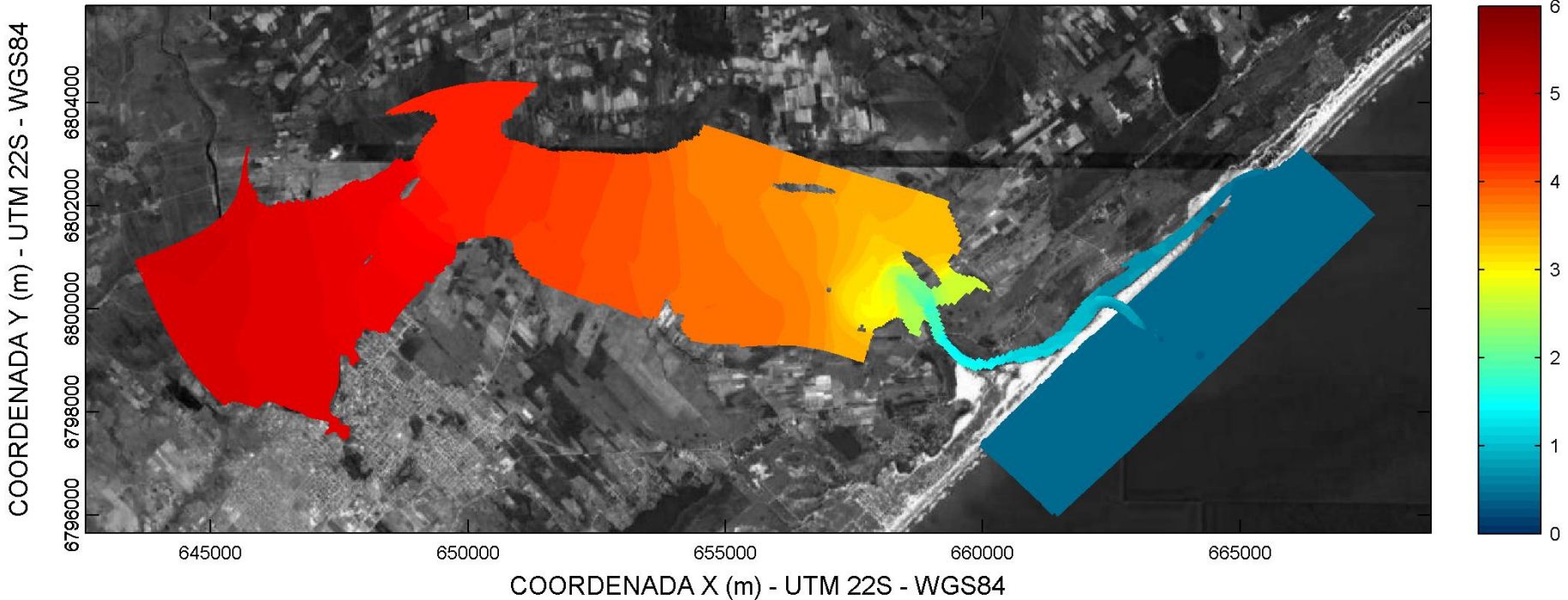




Figura 35: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 25/12/1995 (pico da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>46/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Cenário Atual

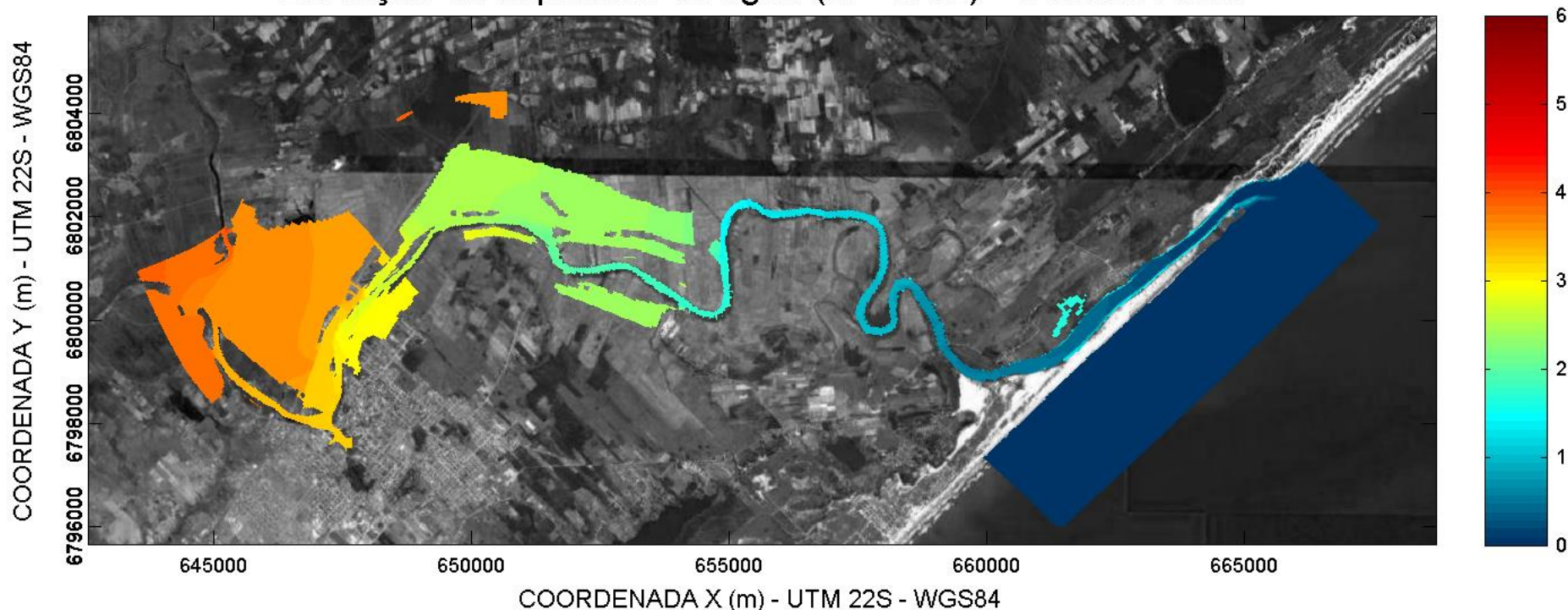




Figura 36: Nível da água para o cenário Atual no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>47/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

### Elevação da superfície da água (m - MSL) - Alternativa de Molhe

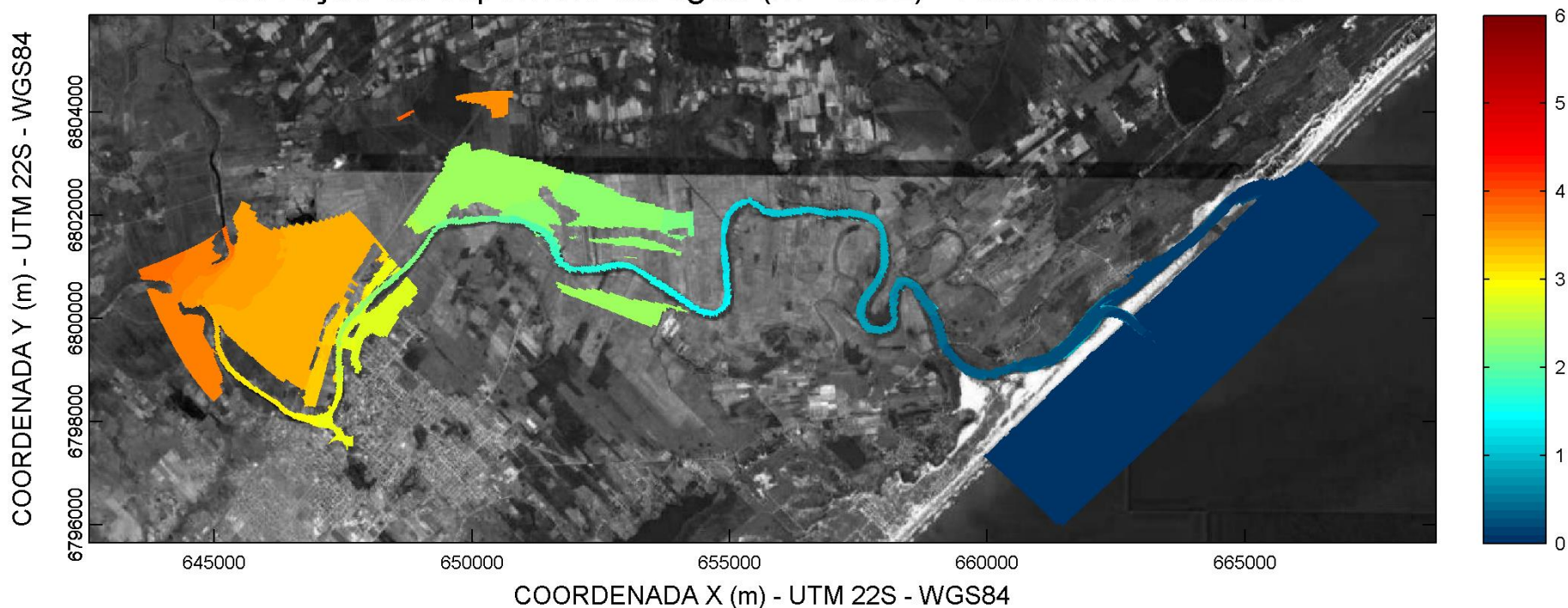






Figura 37: Nível da água para o cenário com alternativa de molhe no Evento3 (vazão de 1995 + 25%), dia 28/12/1995 (após o máximo da enchente).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>48/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

Entre a Figura 38 e a Figura 41 são apresentados os Gráficos das séries temporais de elevação da superfície da água associadas ao Ponto de Controle ao longo do curso do rio, conforme indicados na Figura 8.

A comparação das séries de nível entre os cenários batimétricos/estruturais (atual e alternativa) indica o efeito causado pela obra de fixação da barra do Rio Araranguá no escoamento fluvial durante o evento de vazão extrema.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>49/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

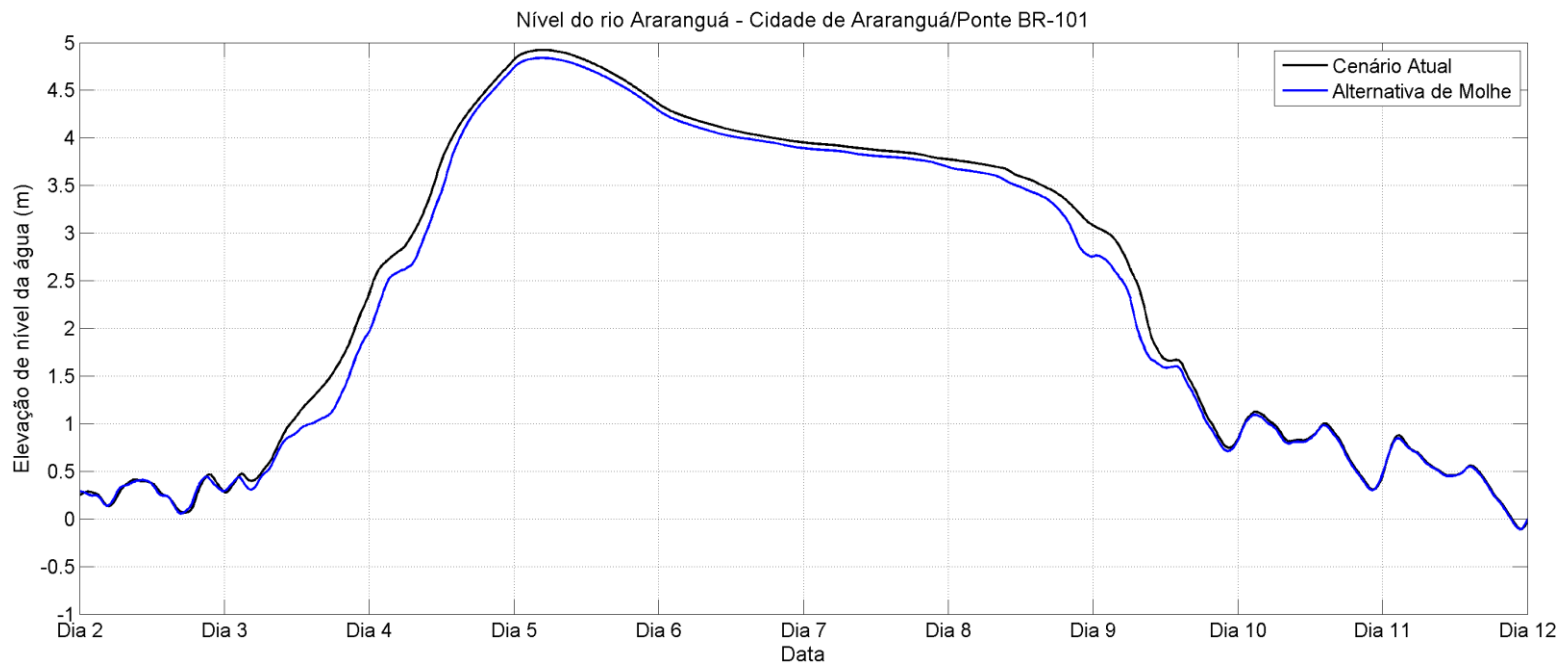




Figura 38: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, no Ponto de Controle 1 - Cidade de Araranguá/Ponte BR-101.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>50/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

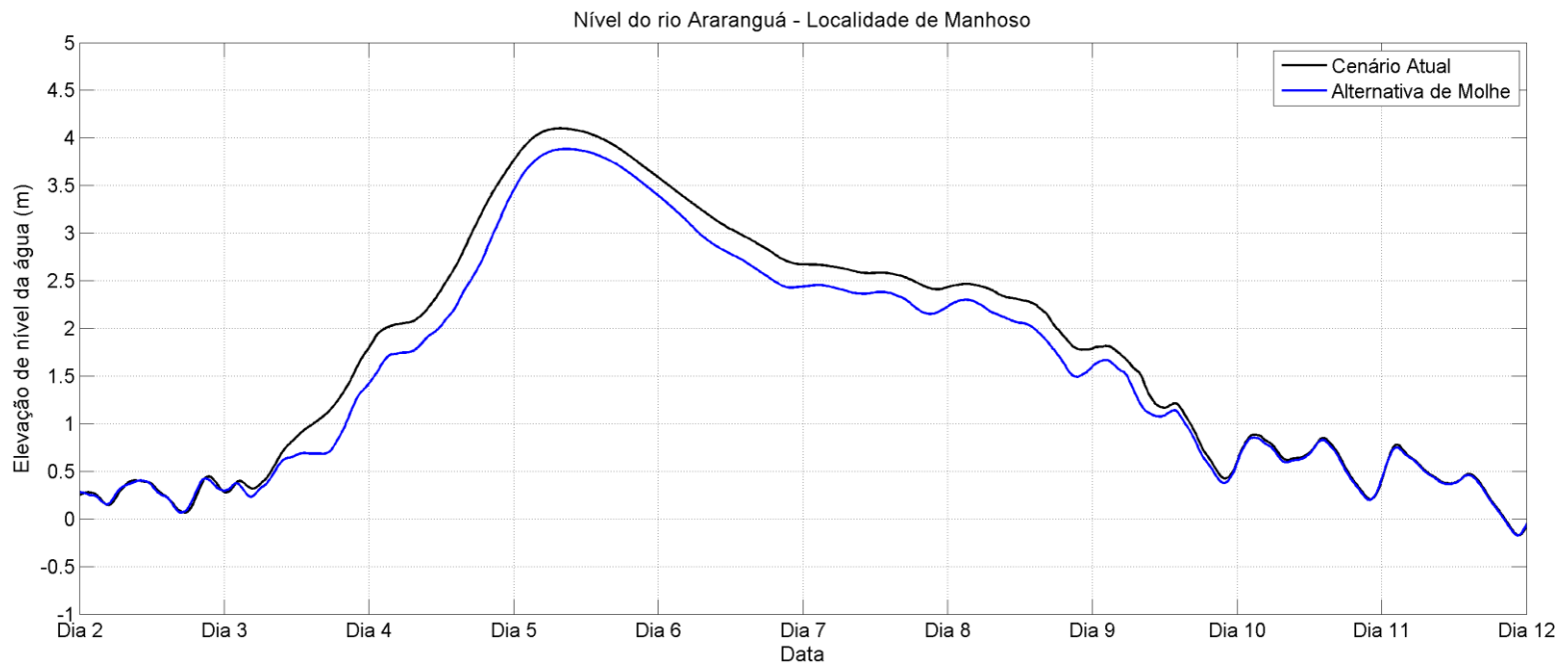




Figura 39: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, no Ponto de Controle 2 - Localidade de Manhoso.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>51/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

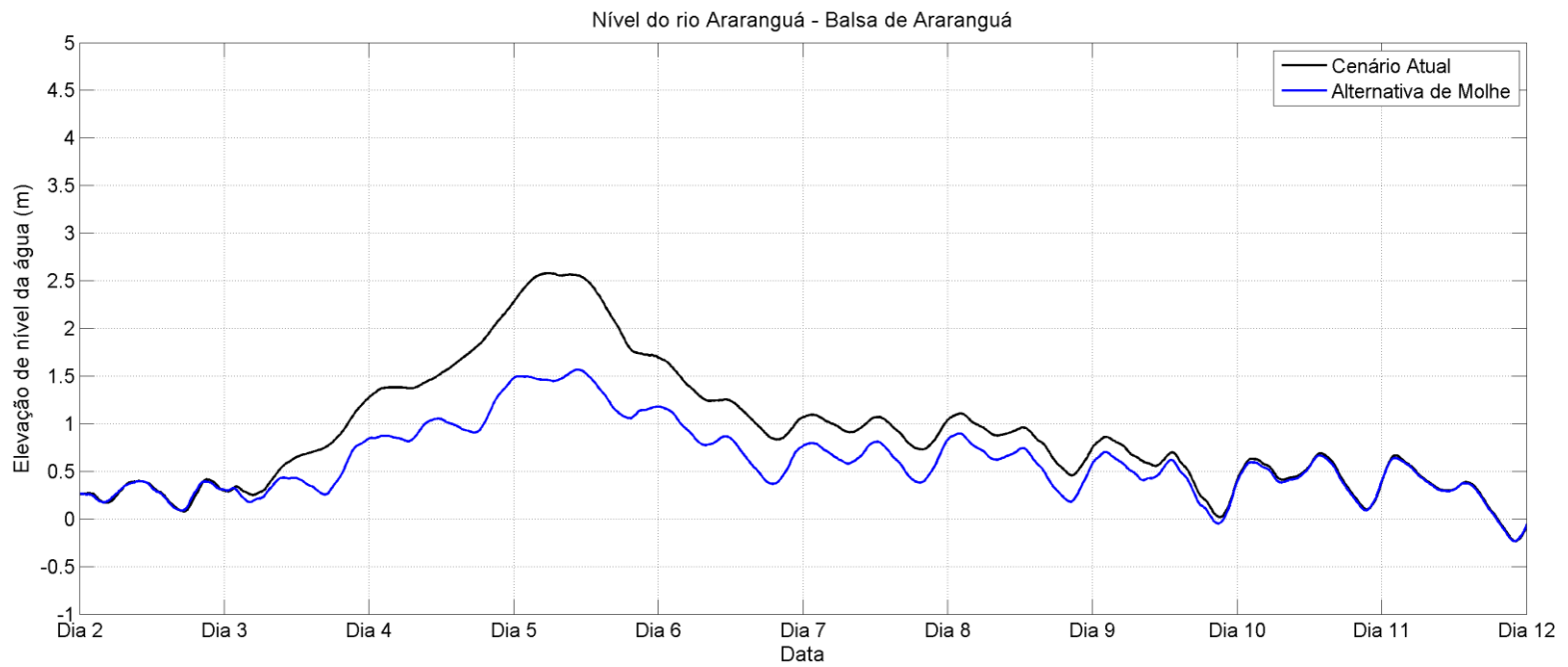




Figura 40: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, no Ponto de Controle 3 - Balsa de Araranguá.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>52/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.:  <b>0</b>

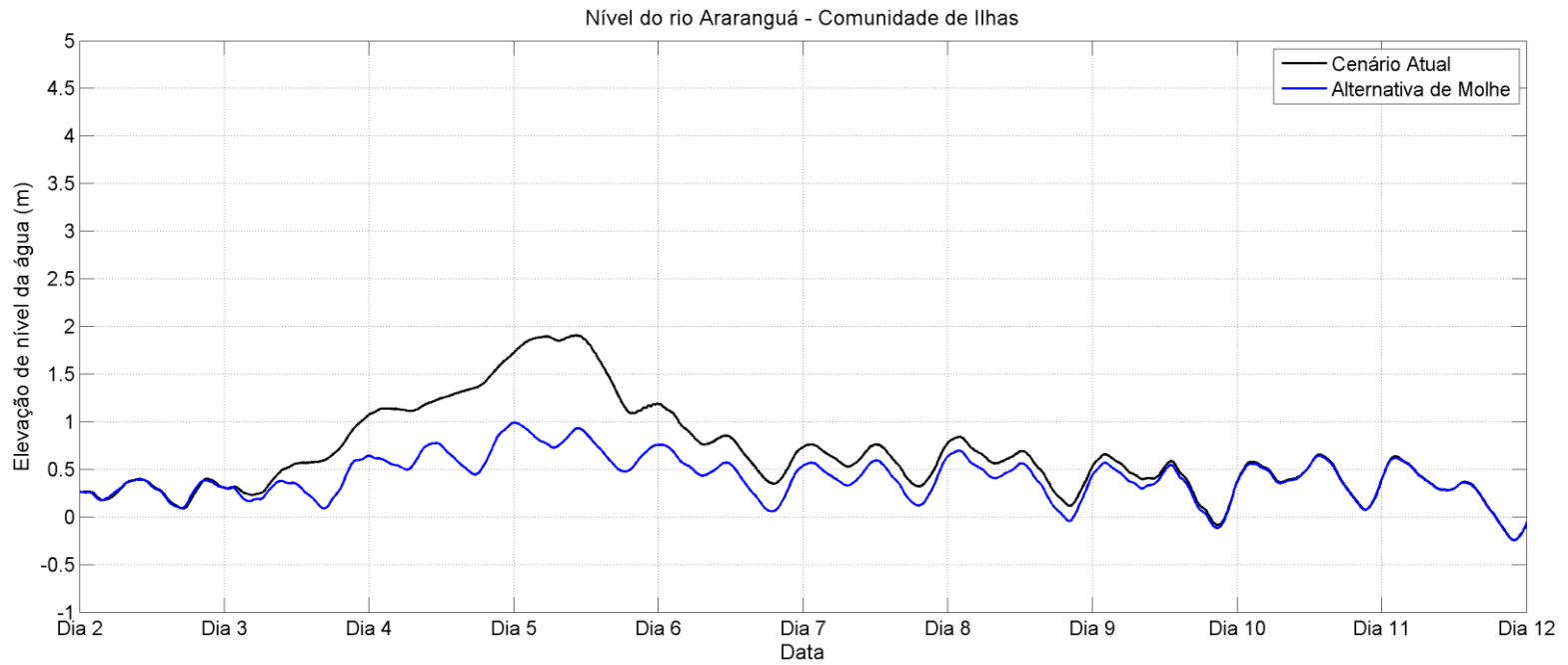




Figura 41: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, no Ponto de Controle 4 - Comunidade de Ilhas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>53/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

O Evento 3 é marcado por um cenário de vazões extremas, para o qual os dados hidrológicos da enchente de 1995 foram multiplicados por um fator de 1,25. Isso torna o Evento 3 um evento de inundação crítico.

A comparação dos mapas de elevação da superfície da água associados ao Evento 3 também indicam diferenças entre o cenário atual e a alternativa proposta com molhes (Figura 32 a Figura 37), embora as diferenças sejam menores que as observadas nos eventos apresentados anteriormente.

Neste evento, tanto no cenário atual quanto na alternativa, uma grande área adjacente à margem do Rio Araranguá é alagada durante o pico de vazão (tempo 2). Assim como no Evento 2 (vazão de 1995), na simulação da alternativa de fixação proposta, as áreas inundadas são relativamente menores quando comparadas às áreas inundadas do cenário atual.



No mapa de elevação da superfície da água no tempo 3 (28/12/1995), pode-se observar que, no cenário atual, existem algumas áreas que permanecem inundadas (Figura 36). O mesmo não acontece nas simulações com a alternativa de fixação da barra do Rio Araranguá (Figura 37), demonstrando um escoamento mais eficiente das águas e uma diminuição das áreas inundadas.

A comparação das séries temporais de elevação da superfície da água ao longo dos pontos de controle (Figura 38 a Figura 41) mostra que existe uma diminuição das cotas de inundação associada à alternativa estudada em relação aos resultados do cenário atual. Como observado no Evento 1 e 2, a elevação do nível ocorre de forma mais lenta, e após o pico de vazão do evento, o nível d'água decai mais rapidamente ao longo dos rios Araranguá, Itoupava e Mãe Luzia, visto que o escoamento da enchente se mostra mais efetivo.

As séries temporais de elevação da superfície da água associadas ao Ponto de Controle 1 - próximo à cidade de Araranguá e à Ponte da BR-101 (Figura 38) indicam um sobrenível máximo de aproximadamente 4,9 m associado ao cenário atual. Os resultados da simulação do Evento 3 considerando a alternativa indicam sobrenível máximo de aproximadamente 4,8 m na região da cidade de Araranguá/ponte BR-101.

No Ponto de Controle 2 (localidade de Manhoso - Figura 39), as máximas elevações da superfície da água durante o Evento 3 foram de aproximadamente 4,0 m para o cenário atual e 3,8 m para a alternativa de molhes.

No Ponto de Controle 3 - Balsa de Araranguá - as máximas elevações ao longo do período simulado considerando o Evento 3 foram de aproximadamente 2,5 m (cenário

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>54/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

atual), 1,5 m (alternativa com molhes). Toda a série de nível para o ponto de controle 3 pode ser observado na Figura 40.

No Ponto de Controle 4, próximo à Comunidade de Ilhas (Figura 41), as máximas elevações da superfície da água observadas ao longo das simulações do Evento 3 são de aproximadamente 1,9 m para o cenário atual, 1,0 m para a alternativa estudada.

### 7.1.3 Comparação entre Alternativa de Molhes e Cenário Atual

Considerando o Ponto de Controle 1 – próximo à cidade de Araranguá e à ponte da BR-101 - as máximas diferenças entre as séries temporais de elevação para o cenário atual e alternativa apresentada são da faixa de 1,15 m (Figura 42).

Ressalta-se que as maiores diferenças são encontradas após o pico da enchente, evidenciando uma maior eficiência de vazão. Durante o pico de vazão fluvial as diferenças de nível são pequenas, não ultrapassando 0,5 metro.



A diferença de nível do rio no cenário atual e no cenário com a alternativa de molhe para o Ponto de Controle 2 – localidade de Manhoso - (Figura 43) indicam diferenças máximas de aproximadamente 0,75 m.

Para os dois pontos de controle mais a montante do rio (pontos de controle 1 e 2) as maiores diferenças entre os cenários simulados aconteceram durante o evento de menor vazão.

As máximas diferenças de nível entre o cenário atual e a alternativa proposta foram de aproximadamente 1,15 m para o Ponto de Controle 3 – Balsa de Araranguá - (Figura 44). Já para o Ponto de Controle 4 – próximo a comunidade de Ilhas - as diferenças máximas entre os níveis associados à alternativa proposta e ao cenário atual são de aproximadamente 1,1 m (Figura 45).

Para os pontos mais a jusante do rio (pontos de controle 3 e 4), para as vazões simuladas, os padrões de elevação do nível rio mostram-se semelhantes, apresentando apenas variações na magnitude do processo.

A seguir são apresentadas as figuras 41 a 44 que evidenciam os comentários acima.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA: <b>55/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ  PROJETO BÁSICO  RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

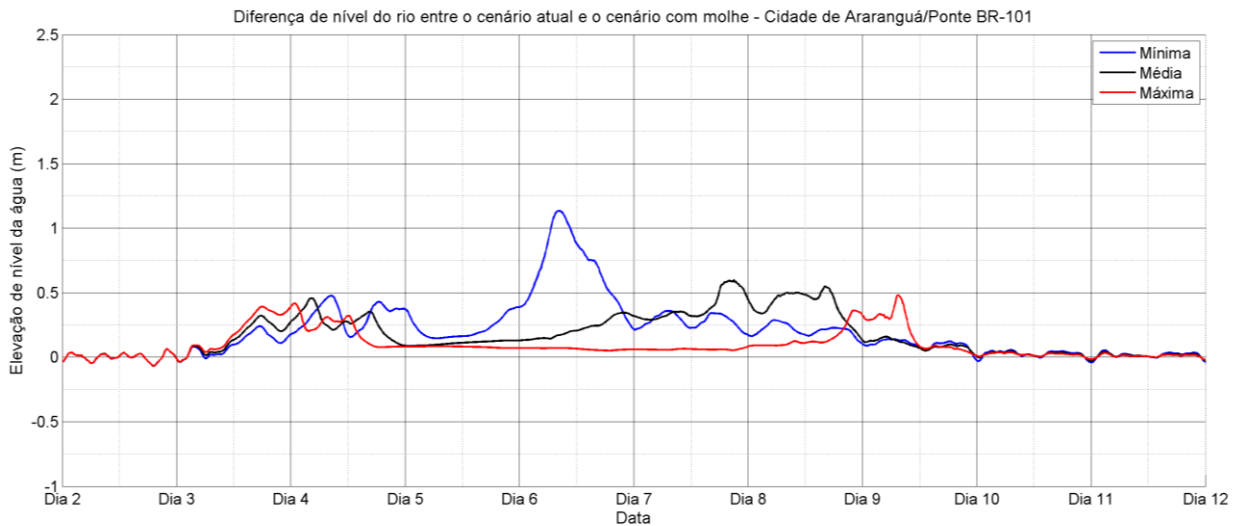


Figura 42: Diferença de nível da água entre o cenário atual e a alternativa com molhes, próximo à cidade de Araranguá/BR-101, para as simulações de cada evento.

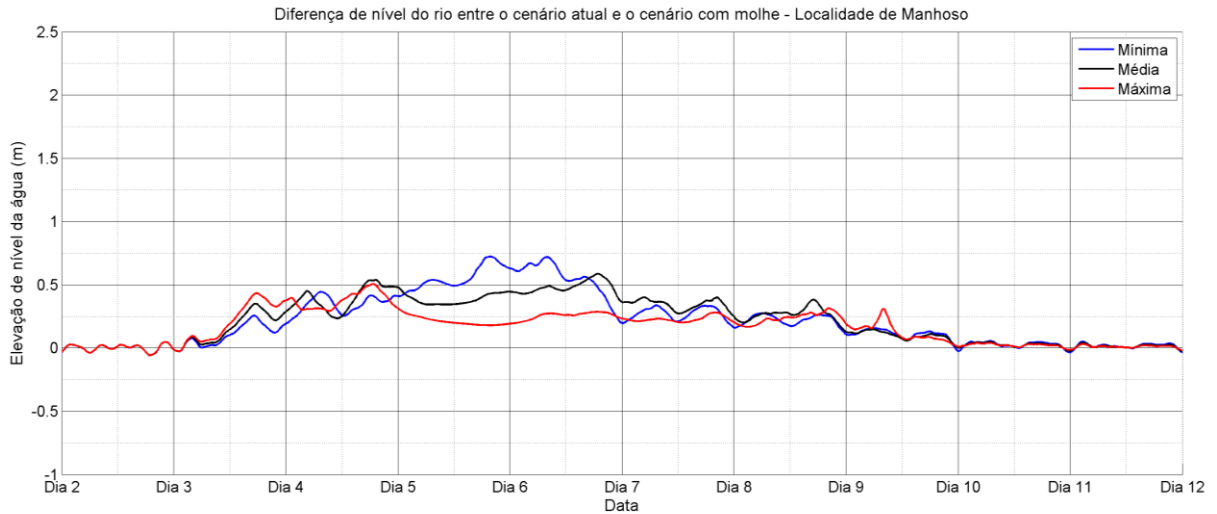




Figura 43: Diferença de nível da água entre o cenário atual e a alternativa com molhes, próximo à localidade de Manhoso, para as simulações de cada evento.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>56/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

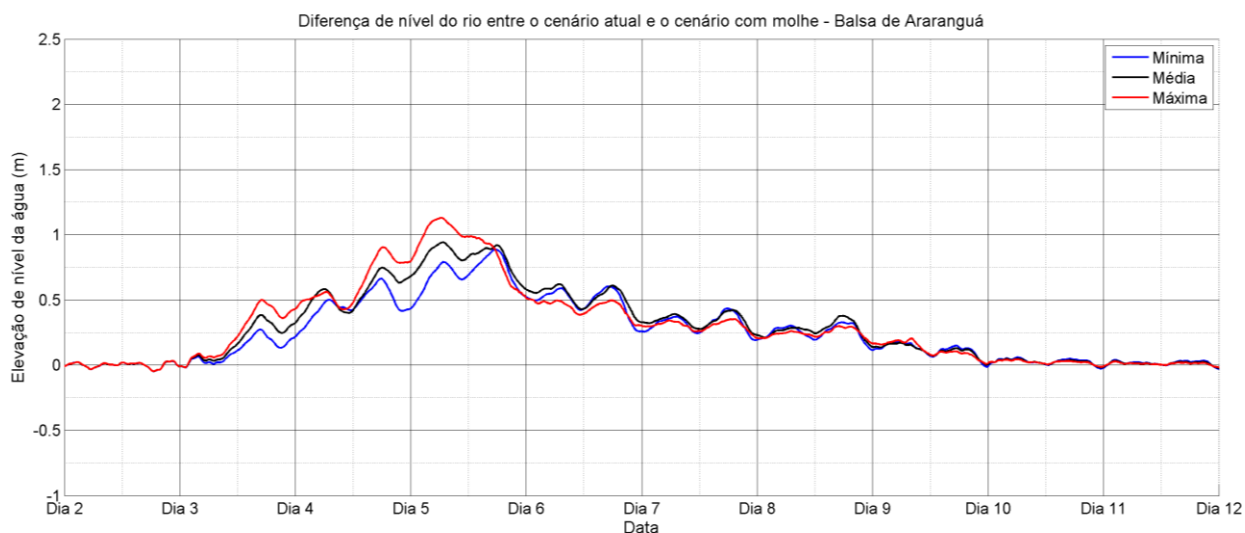


Figura 44: Diferença de nível da água entre o cenário atual e a alternativa com molhes, próximo à balsa de Araranguá, para as simulações de todos os eventos.

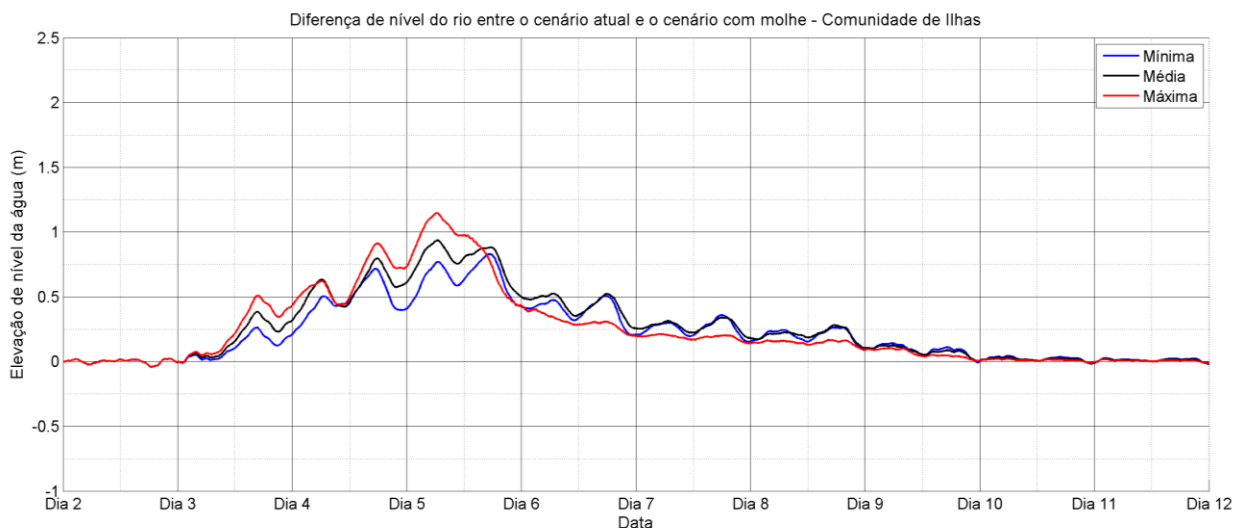




Figura 45: Diferença de nível da água entre o cenário atual e a alternativa com molhes, próximo à Comunidade de Ilhas, para as simulações de todos os eventos.

Na Tabela 2, são apresentados os valores máximos de elevação do rio em cada Ponto de Controle e em cada evento de vazão considerado, bem como a máxima diferença entre o nível do rio no cenário atual e a alternativa com molhes.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>57/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>



Evento	Ponto de controle	Atual	Alternativa Molhes	
		Nível Máx.	Nível Máx.	Máx. Dif.
#1	PC 1	4,00	3,70	0,30
	PC 2	2,90	2,40	0,50
	PC 3	1,70	1,10	0,60
	PC 4	1,40	0,90	0,50
#2	PC 1	4,50	4,40	0,10
	PC 2	3,60	3,25	0,35
	PC 3	2,10	1,40	0,70
	PC 4	1,60	0,90	0,70
#3	PC 1	4,90	4,80	0,10
	PC 2	4,00	3,80	0,20
	PC 3	2,50	1,50	1,00
	PC 4	1,90	1,00	0,90

Tabela 2: Valores de máxima elevação do nível do rio (m) e máximas diferenças entre o cenário atual e alternativa (m) ao longo da simulação para cada ponto de controle analisado.

Com base nos resultados, pode-se concluir que a fixação da barra por meio da construção de molhes não impede que a inundação ocorra. No entanto, os cenários simulados indicam que a alternativa de abertura e fixação da barra proposta gera, durante eventos extremos de vazão, uma diminuição dos valores de máxima cota alcançada pelo rio e, conseqüentemente, a diminuição das áreas inundadas em comparação ao cenário atual. Adicionalmente, nota-se que o nível tarda mais a subir, em cerca de no mínimo 6 horas, o que propicia maior tempo para ações de resposta por parte da defesa civil, bem como promove escoamento mais rápido da enchente.

A maior diferença do nível máximo atingido pelo rio durante os eventos de vazão comparando a alternativa com molhes ao cenário atual foi de até 1,0 m. Além disso, os resultados das simulações com a alternativa indicam que a implantação da obra favorece o escoamento das águas, diminuindo o período em que as áreas ficam inundadas. Esse efeito foi observado principalmente na porção do domínio de modelagem situado mais a montante do Rio Araranguá, entre a cidade e a ponte da BR-101.



Os resultados obtidos indicam que a alternativa estudada exerce maior influência na diminuição do pico de nível do rio em eventos de enchente não tão extremos quanto a que ocorreu em 1995 (e nem por isso não críticas), tal como o Evento 1, simulado com série temporal de vazão de 1995 reduzida em 25%. Em eventos de enchente de maior

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>58/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

magnitude (Eventos 2 e 3), as alternativas possuem menor influência na redução do máximo nível do rio, porém propiciam uma diminuição no período de permanência da inundação, escoando mais rápido após o máximo valor atingido pelas águas.

A hidrologia do Rio Araranguá possui um comportamento singular, dominado por longos períodos de baixa vazão ( $Q_{90\%}$  de aproximadamente  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , segundo série histórica de vazão da ANA) e eventos de vazão extrema durante poucos dias (vazão superior a  $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Esse comportamento do rio, associado à elevada energia de ondas e intenso transporte de sedimentos ao longo da costa, faz com que a desembocadura do rio seja um local de grande deposição sedimentar, o que favorece o assoreamento do canal (CPE, 2009). Quando não há um direcionamento do fluxo, a barra do rio tende a assorear, e o fluxo da corrente de maré vazante torna-se mais difuso, favorecendo ainda mais a deposição de sedimento.

Os testes conduzidos neste estudo consideraram as alternativas estruturais/batimétricas estáticas, da forma como foram propostas. A ausência de planos e ações de manutenção das profundidades do canal e consequente assoreamento da região da desembocadura (natural ou com molhes) influencia a eficiência hidráulica do canal, podendo diminuir os benefícios associados à obra durante eventos extremos de vazão fluvial e inundações associadas. Essa hipótese foi testada através dos modelos numéricos de morfologia, e os resultados são apresentados na seção 6 (MODELO MORFOLÓGICO) deste documento.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>59/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

## 7.2 MODELO MORFOLÓGICO

A modelagem morfológica teve como objetivos principais avaliar as alterações morfológicas e taxas de sedimentação após 1 ano de construção dos molhes e dragagem inicial. A descrição do modelo morfológico, bem como os dados de entrada, a forma de redução dos dados de onda e a técnica de aceleração morfológica utilizada para otimizar as simulações podem ser encontrados no documento de referência CPE\_PrefArarangua\_ProdutoVIII (DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA – MODELAGEM NUMÉRICA DE ALTERNATIVAS).

### 7.2.1 Grade

Para a configuração do modelo de inundação (Delft3D-FLOW), foi gerada uma grade numérica curvilínea com 371 x 337 elementos de cálculo com refinamento em locais de maior interesse (Figura 46). A resolução da grade varia ao longo de todo o domínio sendo mínima nas regiões mais distantes da desembocadura do rio e máxima nas regiões de maior interesse (área do possível futuro molhe). Chegando a apresentar células com 12x10 m nas regiões de interesse.

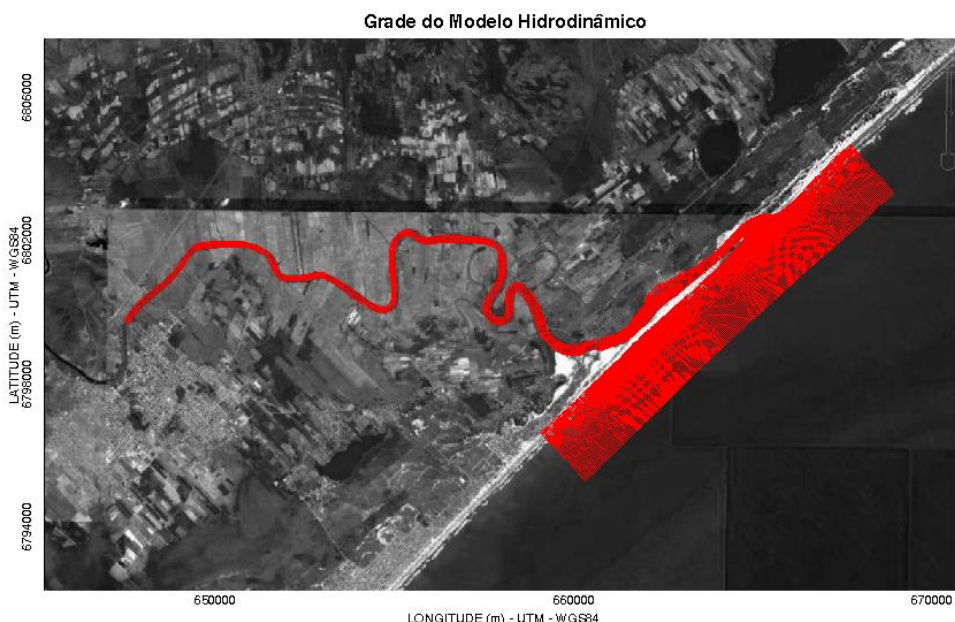




Figura 46. Grade numérica utilizada nas simulações hidrodinâmicas de variação morfológica.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>60/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

## 7.2.2 Resultados



### 7.2.2.1 Padrões de Transporte de sedimentos, erosão e sedimentação

Para cada alternativa foi realizada uma simulação morfológica equivalente a um período de 1 ano. Os resultados dos cálculos de transporte residual de sedimentos obtidos são apresentados na Figura 47.

Nos padrões encontrados após um ano de simulação, o transporte de sedimentos é mais intenso na zona de arrebentação, e o transporte residual de sedimentos ocorre com direção de sul para norte, condizente com o padrão esperado, tendo em vista que a deriva litorânea de sedimentos ao longo de praticamente toda a costa de Santa Catarina tem direção de sul para norte, incluindo as áreas adjacentes ao município de Araranguá.

Além do padrão geral de transporte, padrões locais próximos à desembocadura são notados. Em regiões como essas, o padrão de transporte sofre influência dos fluxos da vazão do rio, e de feições típicas de desembocaduras de rios e baías, como os deltas de maré que geralmente se formam próximo à comunicação desses sistemas com o mar.

Os resultados da influência da adição de molhes no transporte de sedimentos na área de estudo podem ser observados na Figura 48. A presença de molhes funciona como uma barreira para o fluxo de sedimentos de sul para norte, gerando uma zona de acreção de sedimentos junto ao molhe sul, e uma zona de sombra na região logo ao norte da do molhe norte. Essa zona de sombra apresenta menores velocidades de correntes e taxas de transporte, que voltam a aumentar à medida que avançam em direção ao norte.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>61/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

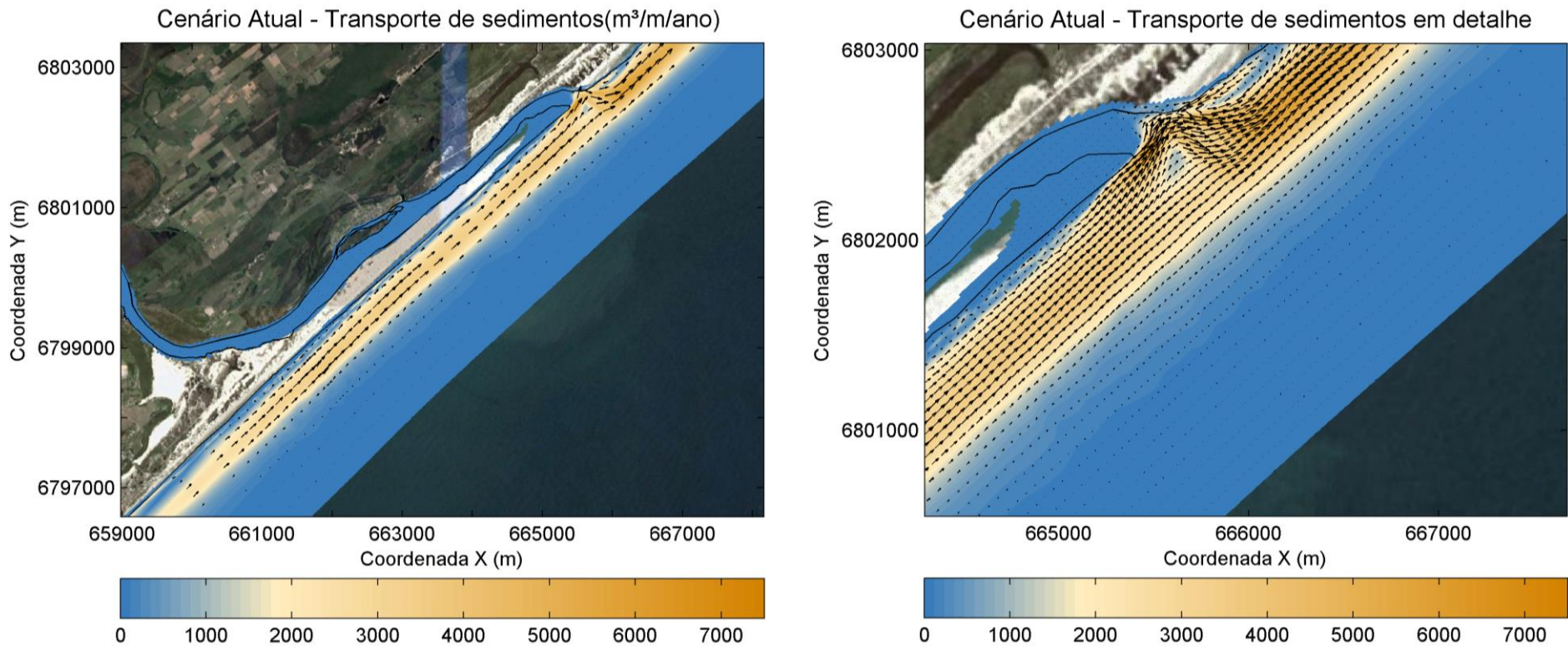


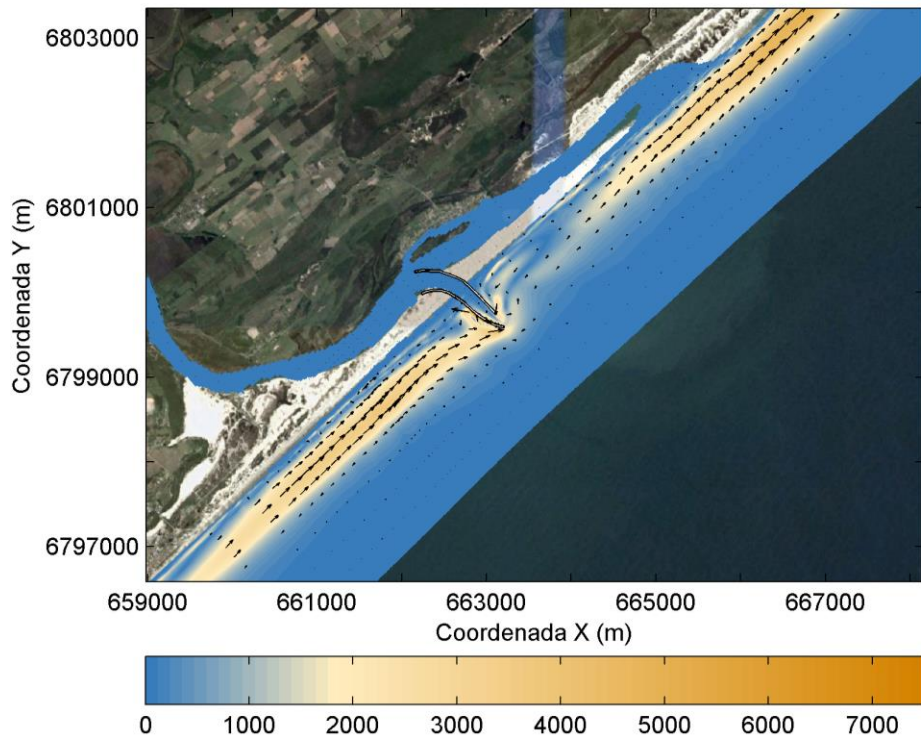


Figura 47. Transporte residual de sedimentos após um ano de simulação (cenário atual).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>62/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

Alternativa com Molhes: Transporte de sedimentos (m<sup>3</sup>/m/ano)



Alternativa com Molhes: após 1 ano - Erosão/Sedimentação (metros)

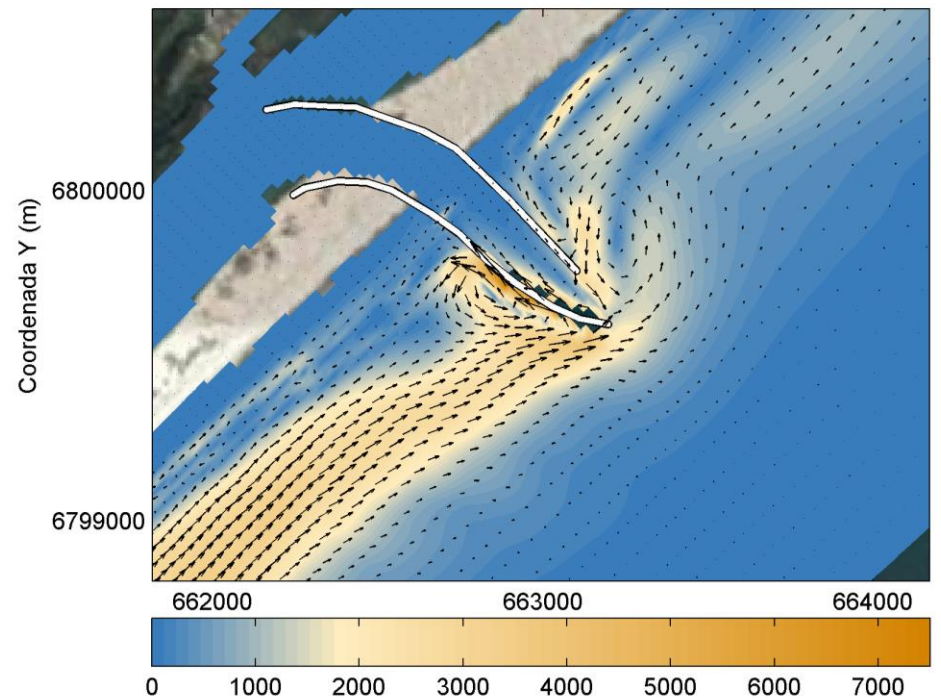






Figura 48. Transporte residual de sedimentos após um ano de simulação (cenário com molhes).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>63/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

Na Figura 49 são apresentadas a batimetria inicial utilizada no modelo morfológico e a batimetria final após um ano de simulação considerando o cenário atual. Na Figura 50 são apresentados os mesmos dados com enfoque na área de interesse. Na Figura 51 são apresentadas a batimetria inicial utilizada no modelo morfológico e a batimetria final após um ano de simulação considerando o cenário com molhes. Na Figura 52 são apresentados os mesmos dados com enfoque na área de interesse.

A Figura 53 apresenta a diferença entre as batimetrias iniciais e finais de cada alternativa, evidenciando os padrões de erosão e sedimentação.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>64/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

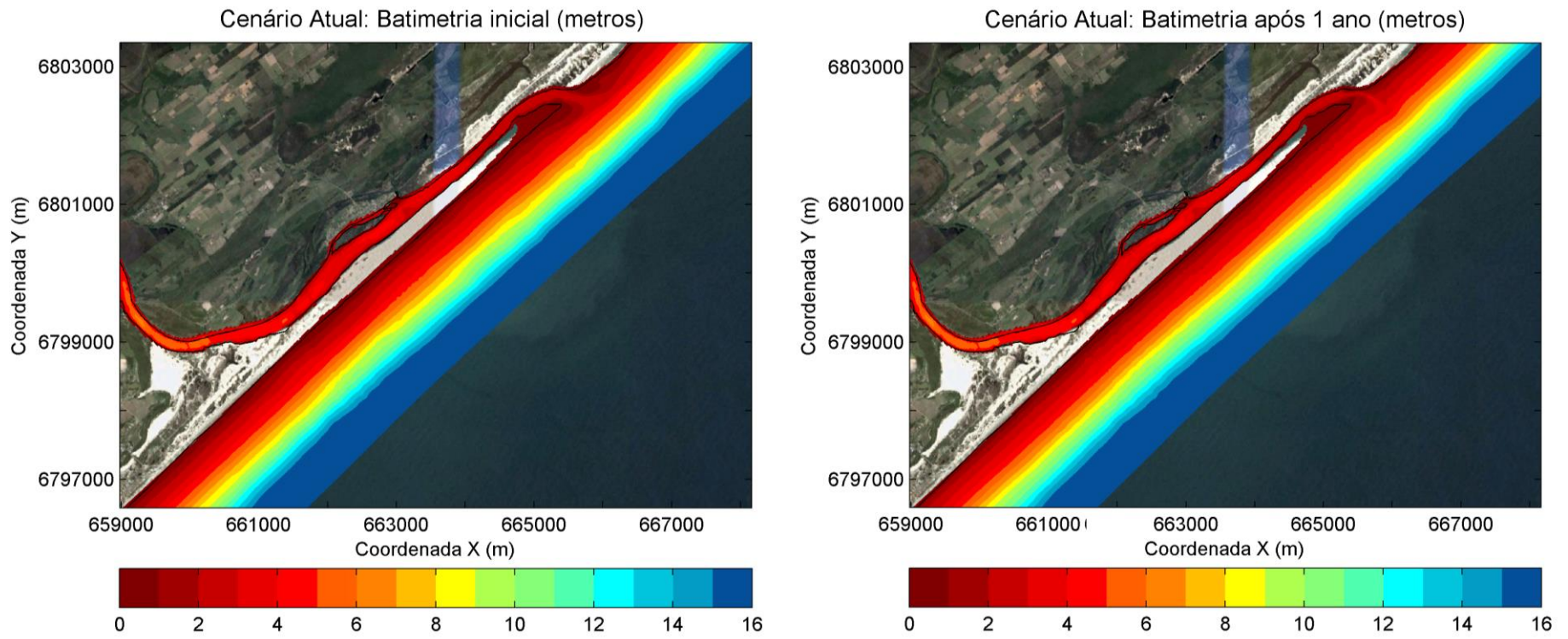




Figura 49. Batimetria inicial (esq) e após um ano de simulação (dir) para o cenário atual.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>65/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

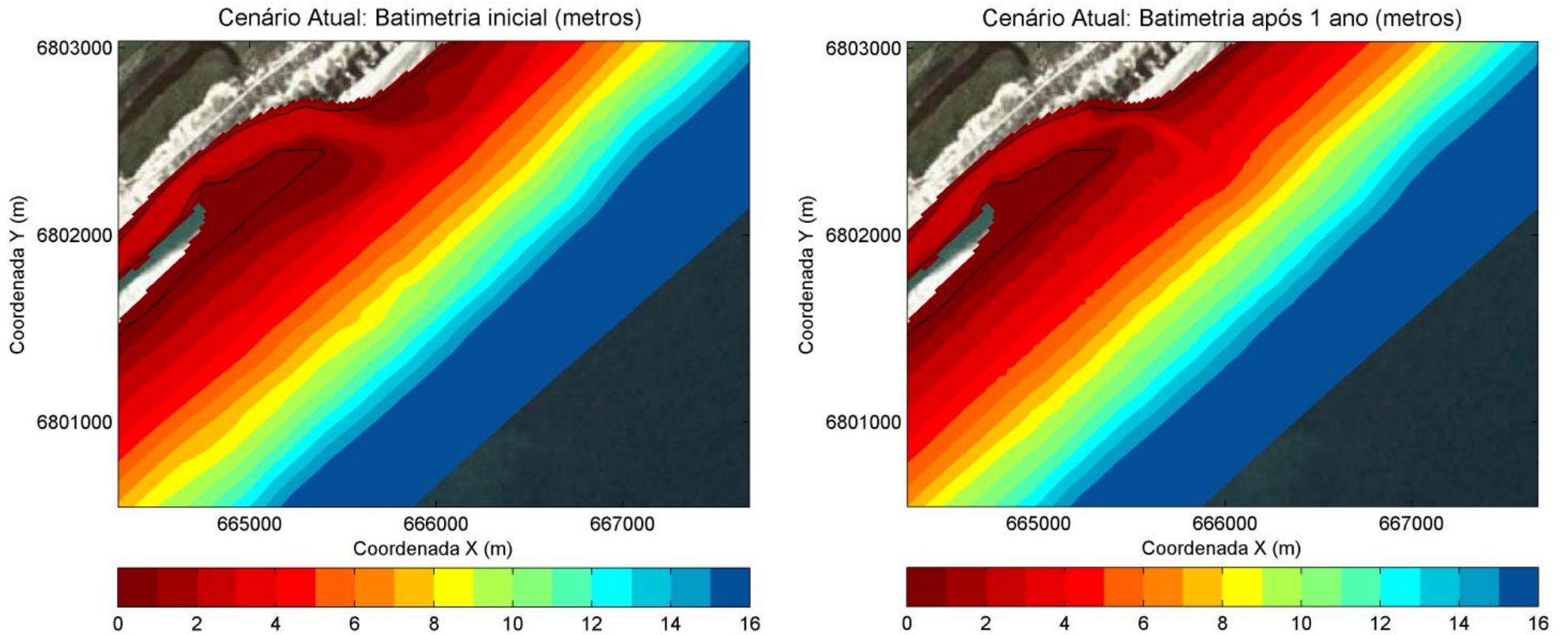




Figura 50. Enquadramento da batimetria inicial da desembocadura do canal natural do rio Araranguá (esq) e após um ano de simulação (dir).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>66/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

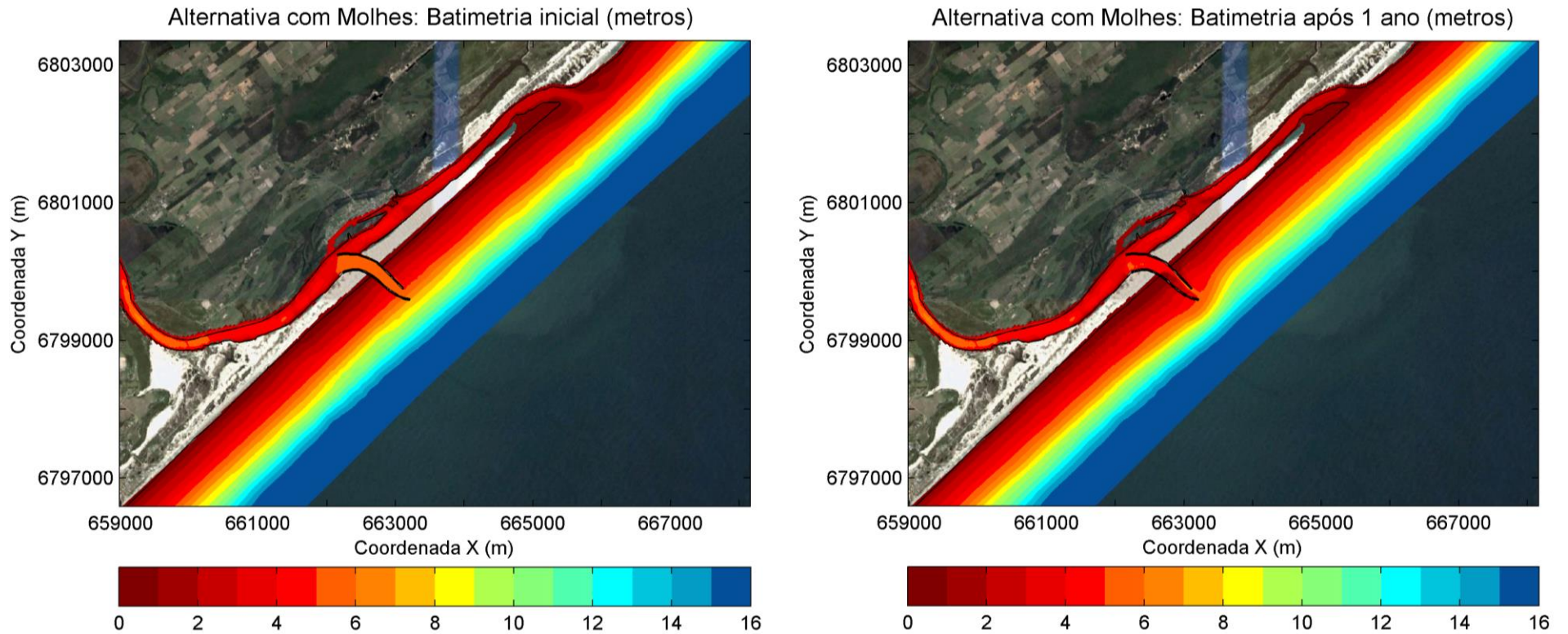


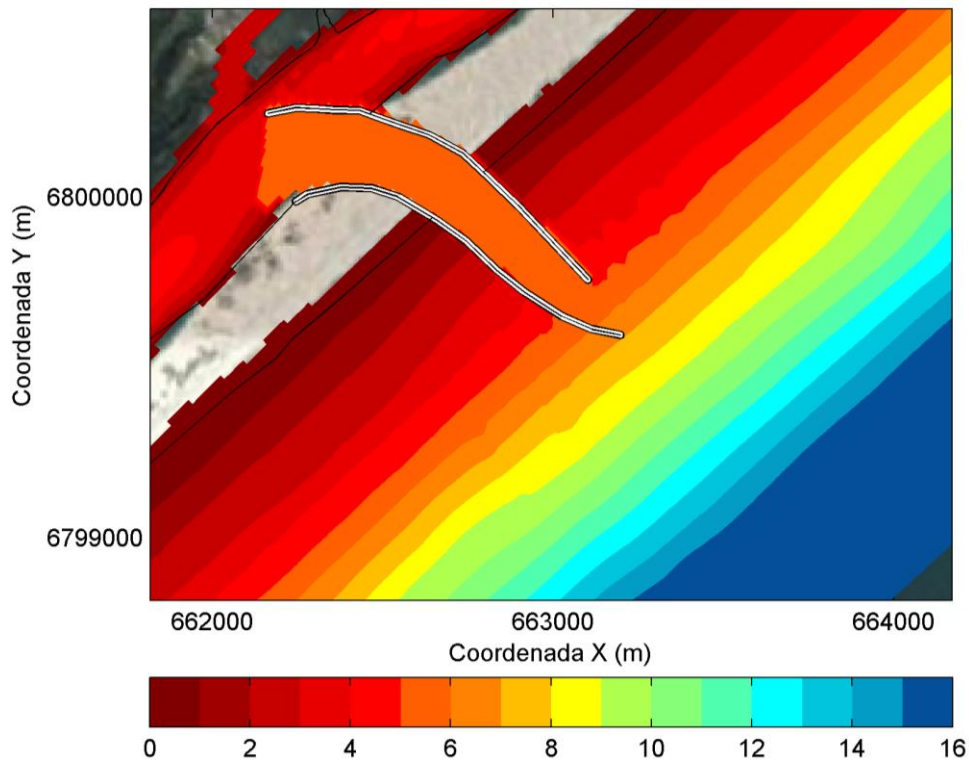


Figura 51. Batimetria inicial (esq) e após um ano de simulação (dir) para o cenário com presença de molhes.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>67/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

Alternativa com Molhes: Batimetria inicial (metros)



Alternativa com Molhes: Batimetria após 1 ano (metros)

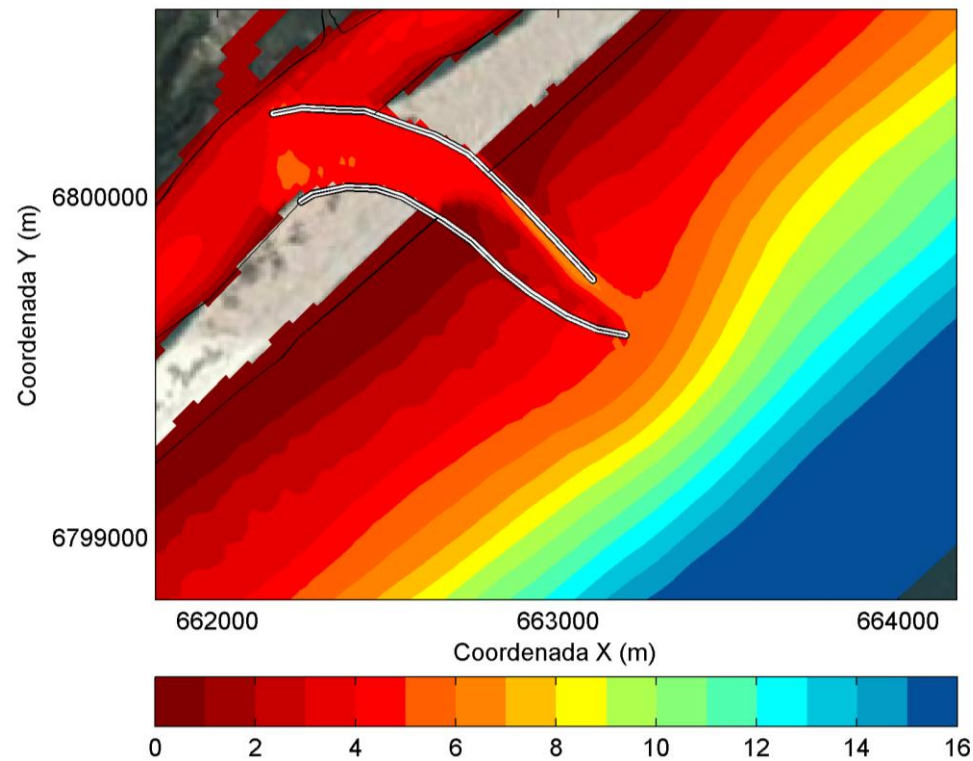




Figura 52. Enquadramento da batimetria inicial do molhe proposto (esq) e após um ano de simulação (dir).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>68/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

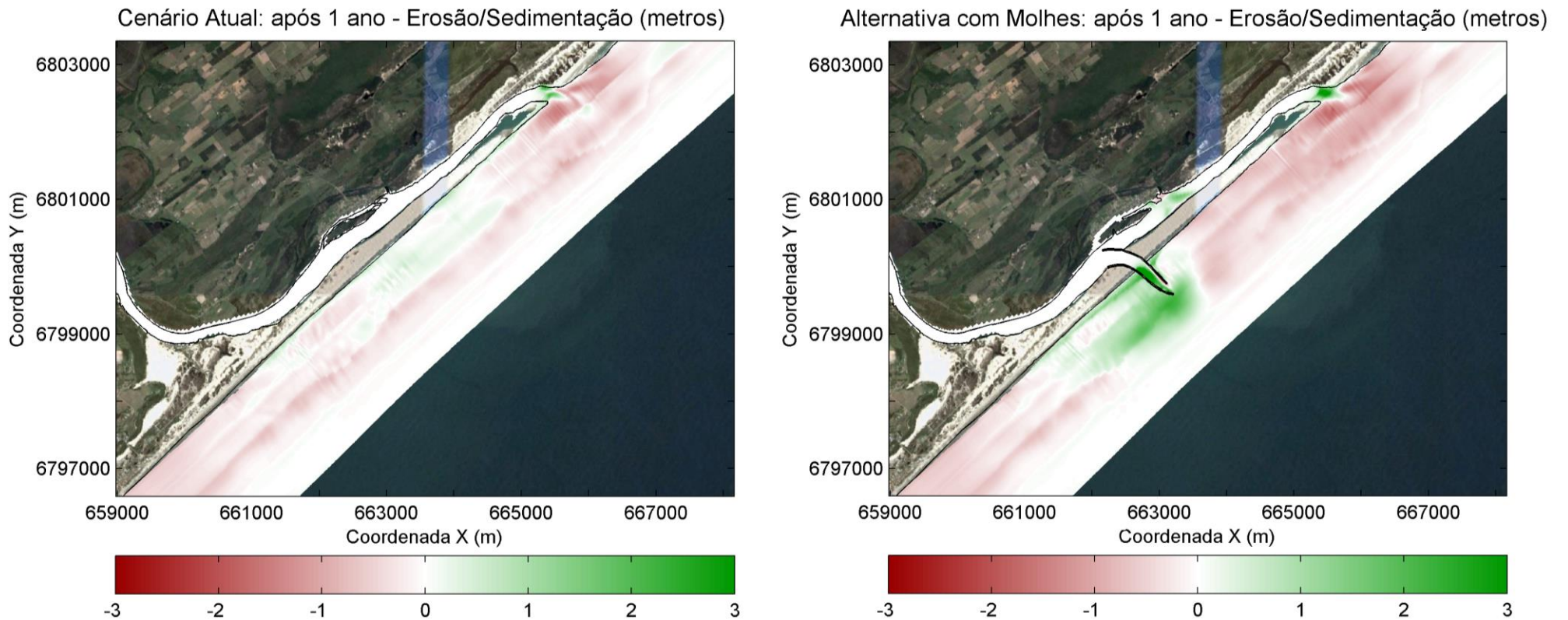




Figura 53. Contornos de erosão (vermelho) e deposição (verde) após um ano de simulação considerando o cenário atual (esq) e o cenário proposto (dir).

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>69/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

### 7.2.2.2 Comparação entre as alternativas

Considerando a configuração atual da barra do rio Araranguá nota-se um assoreamento da desembocadura do canal, reduzindo a profundidade em 1 (um) metro em alguns trechos. Outra tendência que se evidencia é a diminuição dos gradientes batimétricos na desembocadura do rio, resultando em isóbatas mais paralelas entre si (Figura 50).

Já para a alternativa com molhe as alterações batimétricas são mais evidentes. A tendência é que, principalmente durante o primeiro ano após a obra, a batimetria busque situação de equilíbrio com a nova condição de fluxo do sistema.



Após a criação e fixação do canal, o fluxo do rio será preferencialmente pela nova barra, e dessa forma, a energia de escoamento na barra atual é reduzida. Entre os molhes, nota-se que a região onde o fluxo possui maior velocidade mantém a profundidade (em aproximadamente 60 m de largura). Há sedimentação junto à parte interna do molhe sul. Ao final de um ano de simulação já é possível observar a diminuição na profundidade da desembocadura natural do rio (Figura 51).

Ondas do quadrante sul e sudeste tendem a transportar esse sedimento retido pelo molhe, e depositar à frente do canal de acesso. Quando a ondulação for de quadrante leste e nordeste, esse sedimento tende a ser empurrado para dentro do canal. Uma vez dentro do canal, este pode ser removido em eventos extremos de vazão do rio ou por dragagens periódicas.

As simulações foram conduzidas com vazões médias do rio – Q55 – ou seja, em 55% do tempo a vazão apresentará um valor igual ou superior a esse. A tendência natural é que a região do canal (natural ou artificial) tenha variabilidade periódica em sua profundidade, associadas à velocidade do fluxo e vazão do rio.

Durante períodos de alta pluviosidade, o fluxo mais intenso promove reabertura do canal e aprofundamento natural deste. Durante estiagem, a deposição é favorecida. Para condições médias, houve deposição de cerca de 1 metro em frente à desembocadura atual no cenário sem molhes, e cerca de 2 a 3 metros de sedimento entre os molhes.

A taxa de sedimentação entre os molhes calculada foi de aproximadamente 159 mil m<sup>3</sup>/ano. A fim de avaliar necessidades de dragagem de manutenção da profundidade após um ano, a batimetria final foi inserida como dado de entrada no modelo de inundação, com o intuito de verificar se a sedimentação geraria interferência na eficiência da obra durante eventos extremos. Foi simulada a vazão mais crítica (1995 + 25%) e os resultados para os pontos de controle podem ser vistos na Figura 54 à Figura 57. Através

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>70/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

dos resultados fica evidente que a eficiência da obra não foi comprometida pela sedimentação após 1 ano.

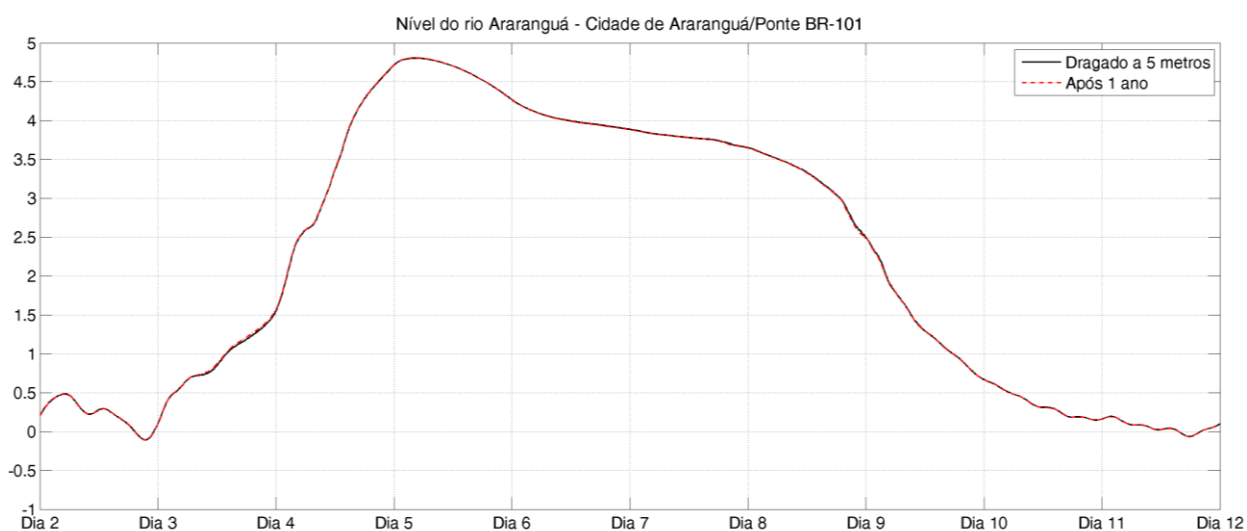


Figura 54: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, PC1 – Ponte BR-101.



Figura 55: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, PC2 - Localidade de Manhoso.





	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>71/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.:  <b>0</b>



Figura 56: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, PC3 – Balsa de Araranguá.



Figura 57: Série temporal de elevação da superfície da água para o Evento 3, PC4 - Comunidade de Ilhas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>72/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

### 7.3 MODELO DE SALINIDADE

O estuário do Rio Araranguá apresenta em parte do tempo estrutura de estratificação vertical da coluna d'água. Este fenômeno é induzido por gradientes de densidade associados à penetração de cunha salina junto ao fundo do rio, em direção à porção montante do estuário. A influência da salinidade pode chegar a 45km da foz do Rio Araranguá. Esta salinidade atinge as lavouras de arroz irrigado ao longo da bacia do Rio Araranguá.

Estes problemas envolvendo salinidade são mais críticos nas proximidades da foz do rio, diminuindo gradativamente a montante. Mesmo o arroz irrigado possuindo uma tolerância moderada à salinidade, altas concentrações de sais dissolvidos na água de irrigação pode causar toxidez às plantas. Salinidades na faixa de 2 UPS (unidade padrão de salinidade) causam uma redução de aproximadamente 50% na produção agrícola.



CPE (2011) realizou um estudo de modelagem numérica de intrusão salina no estuário do Rio Araranguá. Os resultados deste estudo indicaram que a implementação da obra de fixação e aprofundamento da foz do Rio Araranguá altera os padrões de intrusão salina no estuário. O aprofundamento da porção do rio entre os molhes e aproximação de sua desembocadura favorecem a intrusão da água salgada junto ao fundo do rio, resultando em um aumento da salinidade no interior do estuário em relação à condição atual.

Em função da adaptação da grade numérica para a nova alternativa, a calibração do modelo de salinidade foi revista. O presente documento apresenta os resultados dessa calibração, bem como a comparação entre as alternativas (com e sem molhes). Busca-se definir de forma mais objetiva os efeitos da fixação e aprofundamento da foz do Rio na cultura do arroz irrigado.

#### 7.3.1 Grade

Para a configuração do modelo de salinidade (Delft3D-FLOW), foi gerada uma grade numérica curvilínea com 1094 x 81 elementos de cálculo com refinamento em locais de maior interesse (Figura 7). A resolução da grade varia ao longo de todo o domínio sendo mínima nas regiões mais distantes da desembocadura do rio e máxima nas regiões de maior interesse (área do futuro molhe), chegando a apresentar células com 5 m x 7 m nas regiões de interesse.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>73/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

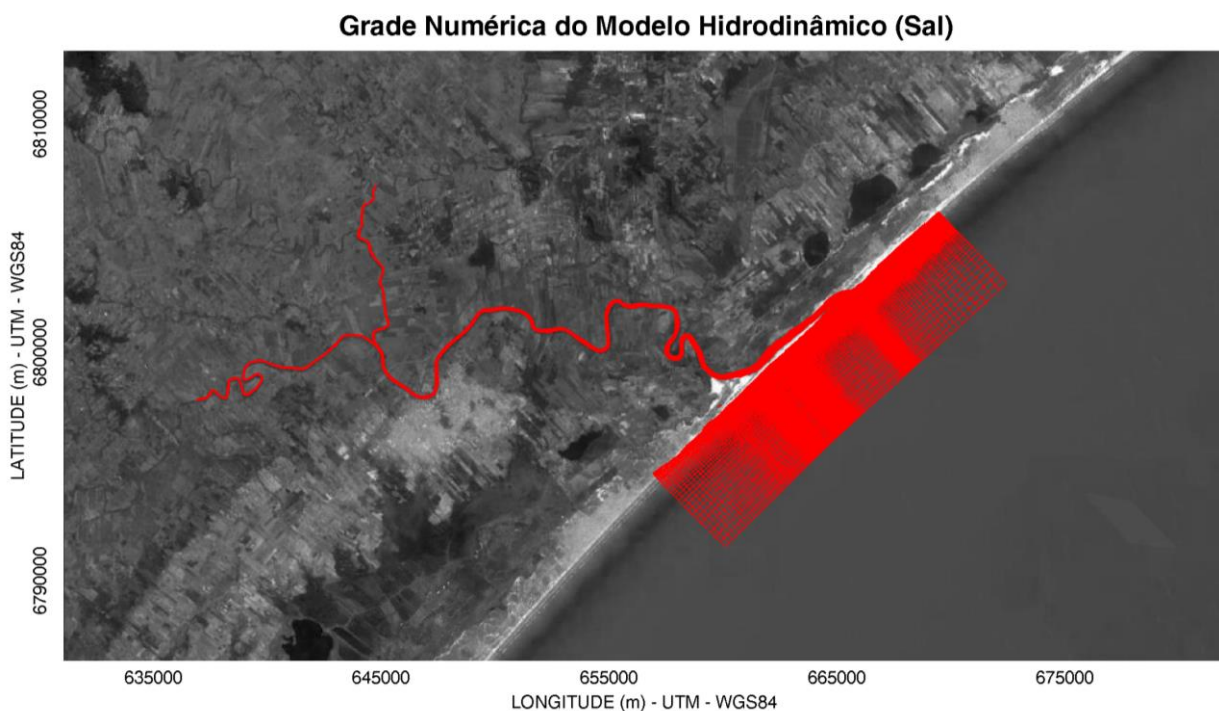




Figura 58. Grade numérica utilizada nas simulações hidrodinâmicas de salinidade.

### 7.3.2 Calibração

Os dados de perfis verticais de salinidade medidos em diversos pontos ao longo do Rio Araranguá, Rio Itoupava e Rio Mãe Luzia são os mesmos do projeto anterior realizado pela CB&I.

A simulação hidrodinâmica realizada para o período de medição de correntes e maré levou em conta, também, os processos de transporte de sal (salinidade das águas). As fronteiras abertas do modelo foram definidas de modo que os rios fornecem água doce ao ambiente (salinidade igual à zero) e o mar água com salinidade igual à 35 ups (unidade padrão de salinidade).

Na calibração do modelo em etapas anteriores, foram obtidos os seguintes resultados:

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>74/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

Pontos de Controle	Dados medidos		Dados modelados	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
Balsa	10	24	10	29
Ponte BR-101	2.9	23.4	2	30
Rio Itoupava	1	21	0	20
Rio Mãe Luzia	1.6	21	4.1	30

Tabela 3: Calibração do padrão de intrusão da cunha salina no Rio Araranguá para o modelo apresentado em 2011.



Com base tanto nos dados medidos como nos dados simulados, pode-se notar maior quantidade de sal nas camadas de fundo, evidenciando a presença de estratificação vertical relacionada à penetração da cunha salina no interior do sistema.

O padrão geral de penetração da cunha salina e estratificação da coluna d'água foi capturado pelo modelo. Em termos de concentração de sal (em ups), apesar de as salinidades encontradas no modelo apresentarem mesmo padrão, há uma tendência de superestimar os valores de salinidade de fundo.

Por isso, durante a revisão da calibração, todos os pontos de coleta de dados de salinidade foram considerados. As seções são 35 ao todo, e suas localizações são apresentadas na Figura 63.



Figura 59: Localização das seções de salinidade medidas em campo.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>75/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

A Figura 60 mostra o resultado da calibração para o novo modelo de salinidade. O gráfico apresenta os limites superiores e inferiores do modelo nas camadas de superfície e fundo, em comparação com os dados medidos. Pode-se ver que a distribuição da salinidade ao longo de todo o rio apresentou um padrão semelhante ao dado medido e as diferenças médias ficaram na faixa de 2 UPS.

Em termos gerais, nota-se que a salinidade no modelo é subestimada em alguns pontos nas camadas de fundo, e superestimada em algumas seções para as camadas superficiais. Fatores que podem ter influenciado no padrão obtido estão principalmente relacionados à ausência de dados batimétricos detalhados ao longo de toda extensão do rio, em conjunto com a alta dinâmica sedimentar da região próxima à desembocadura (desde a balsa de Araranguá, até a desembocadura).

A calibração mostrou resultados satisfatórios. Os valores modelados seguem a mesma tendência e mesma ordem de magnitude dos dados medidos.

Este estudo objetiva apresentar os resultados de forma comparativa (diferenças entre cenário atual e com a alternativa com molhes). Assim, a resposta final será a variação em ups (unidade padrão de salinidade) que a camada superficial do rio terá sua salinidade aumentada em relação aos padrões locais atuais, e não em valores absolutos. Dessa forma, em termos relativos, os resultados encontrados são válidos mesmo que a configuração da barra atual tenha sofrido alterações.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>76/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

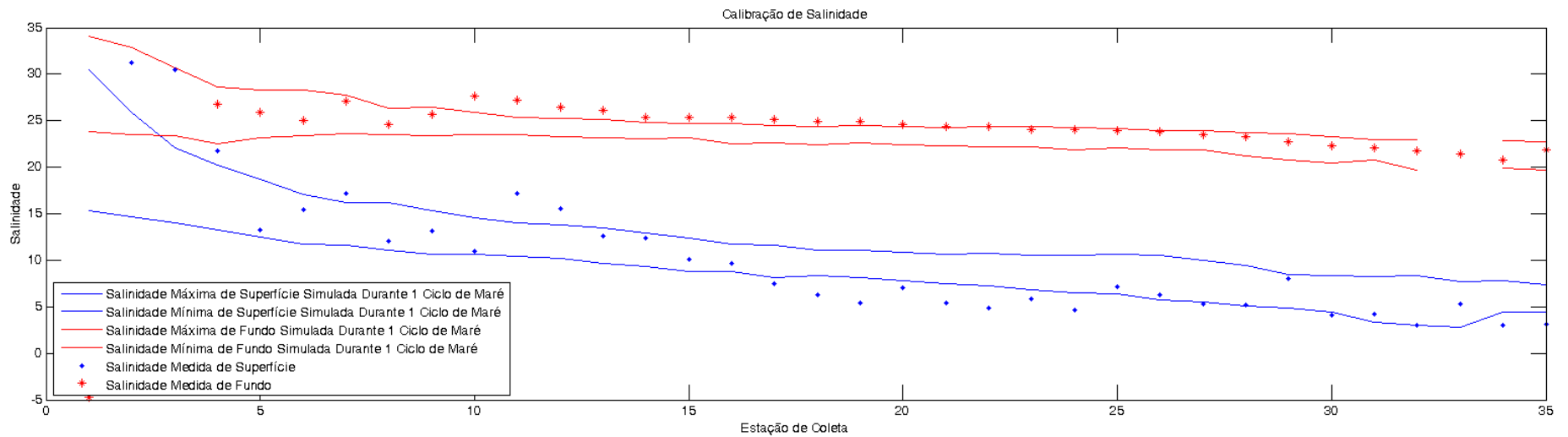




Figura 60: Gráfico apresentando os valores de salinidade medidos nas seções, e os valores obtidos como resultado da simulação numérica.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>77/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>



### 7.3.3 Resultados

Para avaliação dos resultados, o modelo de salinidade foi simulado para os dois cenários batimétricos/estruturais (cenário atual x alternativa com molhes), durante período de estiagem, quando os rios apresentam baixas vazões e a penetração da cunha salina é maior, configurando o que seria o cenário crítico para o parâmetro de salinidade no Rio Araranguá.

A vazão selecionada foi a vazão associada ao Q95. A probabilidade de ocorrer uma vazão igual ou superior ao Q95 de um rio é de 95%. Portanto, esta variável está relacionada a períodos de estiagem.

A tabela a seguir apresenta a permanência em % do tempo contra a vazão em m<sup>3</sup>/s. Um exemplo de modo de leitura da tabela é desta forma: “em 95% do tempo a vazão do Rio Itoupava permanece igual ou superior a 1,9 m<sup>3</sup>/s”.



A partir desses dados, obtidos a partir de curvas de permanência disponibilizadas online pela ANA – Agência Nacional de Águas (Tabela 4), foi considerado que a vazão dos rios Itoupava, Mãe Luíza e Manoel Alves para o mesmo período, foi equivalente aos seus respectivos valores de Q95.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>78/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

Permanência	Vazão do Rio Itoupava (estação Taquaruçu) em m <sup>3</sup> /s	Vazão do Rio Mãe Luzia (estação Forquilha) em m <sup>3</sup> /s	Vazão do Rio Manuel Alves (estação Foz Manuel Alves) em m <sup>3</sup> /s
100%	0	0,086	0,03
95%	1,9	1,21	0,412
90%	3,39	1,8	0,8
85%	4,53	2,37	1,29
80%	5,57	3,12	1,82
75%	6,49	3,63	2,29
70%	7,89	4,14	2,95
65%	9,28	4,65	3,74
60%	10,9	5,36	4,42
55%	12,6	6,43	5,08
50%	14,8	7,47	6,06
45%	17,2	8,73	6,86
40%	20,3	10,3	8,1
35%	23,9	12,6	9,58
30%	28,3	15	11,2
25%	34,2	18	13,5
20%	42,1	22,4	16,7
15%	54,9	29,4	21,4
10%	76,5	41,1	29,3
5%	128	69,7	47,3

Tabela 4: Curva de Permanência para os rios Itoupava (dados da estação Taquaruçu entre 1943 a 2004 - ANA), Mãe Luíza (dados da estação Foz Manuel Alves entre 1977 e 2004 - ANA) e Manoel Alves (dados da estação Forquilha entre 1942 a 2004 - ANA).

Para visualizar a intrusão da cunha salina pelas camadas de fundo e o escoamento das águas fluviais pelas camadas superficiais ao longo da área de estudo foram definidas

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>79/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

seções longitudinais que acompanham o talvegue do rio desde a Comunidade de Ilhas até os limites situados a montante do domínio de modelagem.

As seções longitudinais, acompanhando o Rio Itoupava e o Rio Mãe Luzia, são apresentadas na Figura 61 e Figura 62 respectivamente.



Figura 61: Seções longitudinais acompanhando o Rio Itoupava – painel superior: cenário atual; painel inferior: alternativas de fixação da barra.

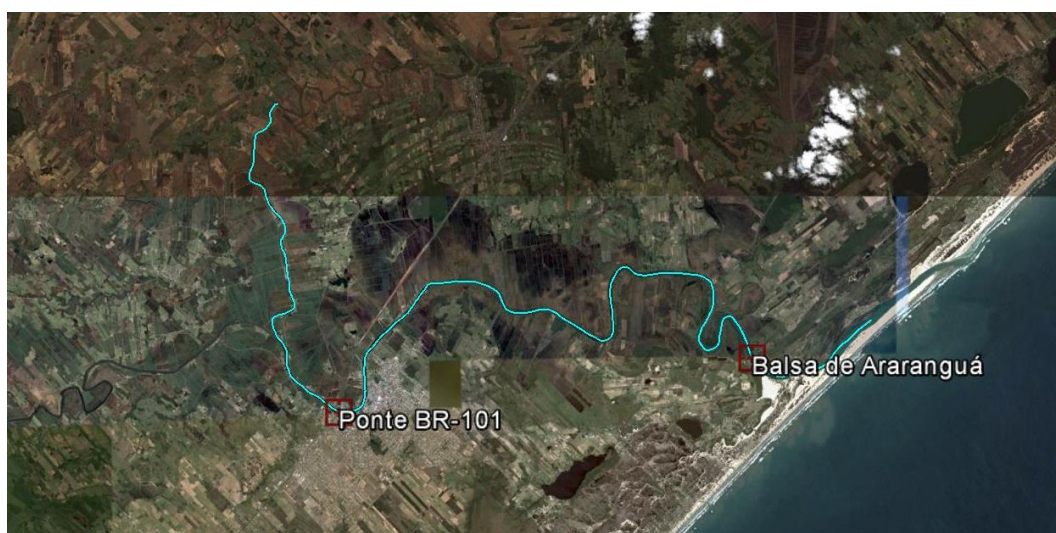




Figura 62: Seções longitudinais acompanhando o Rio Mãe Luzia. – painel superior: cenário atual; painel inferior: alternativas de fixação da barra.



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>80/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ          PROJETO BÁSICO          RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

As seções longitudinais de salinidade referentes à simulação do período de estiagem para o cenário atual e alternativa com molhes são apresentadas na Figura 63 e Figura 64, respectivamente.

Os perfis longitudinais desta imagem foram obtidos a partir de linhas de grade que acompanham o talvegue do canal do rio Figura 65 e Figura 62.

São apresentados também na Figura 65 gráficos de salinidade média ao longo de um ciclo de maré, para camadas de superfície e de fundo, ao longo das mesmas seções apresentadas na Figura 59, para as alternativas simuladas (cenário atual e cenário com molhes).



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>81/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

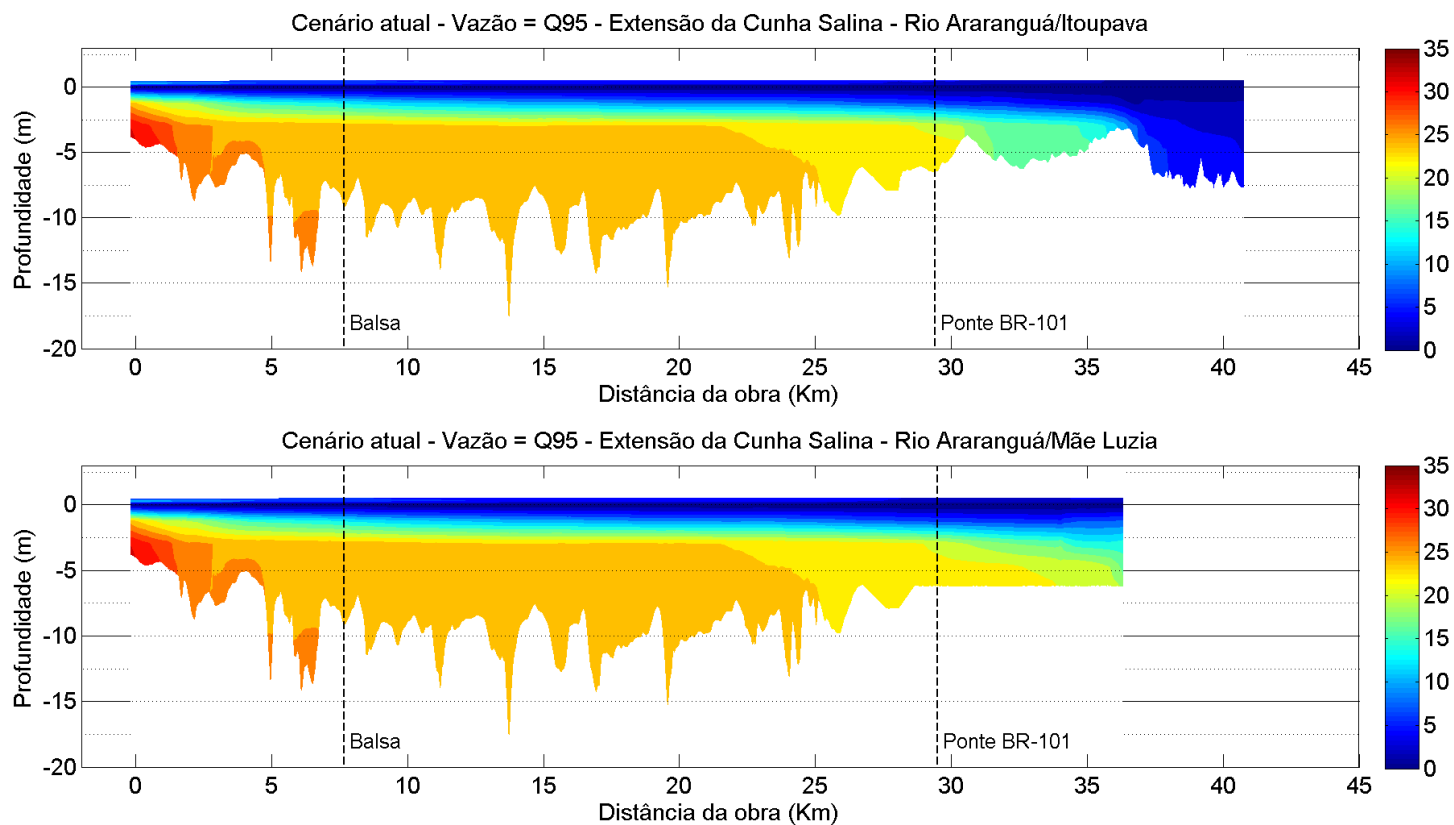




Figura 63: Perfil longitudinal dos rios Araranguá/Itoupava (painel superior) e dos rios Araranguá/Mãe Luzia (painel inferior) para a alternativa atual (sem molhes). Valores de salinidade (cores) em ups.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>82/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

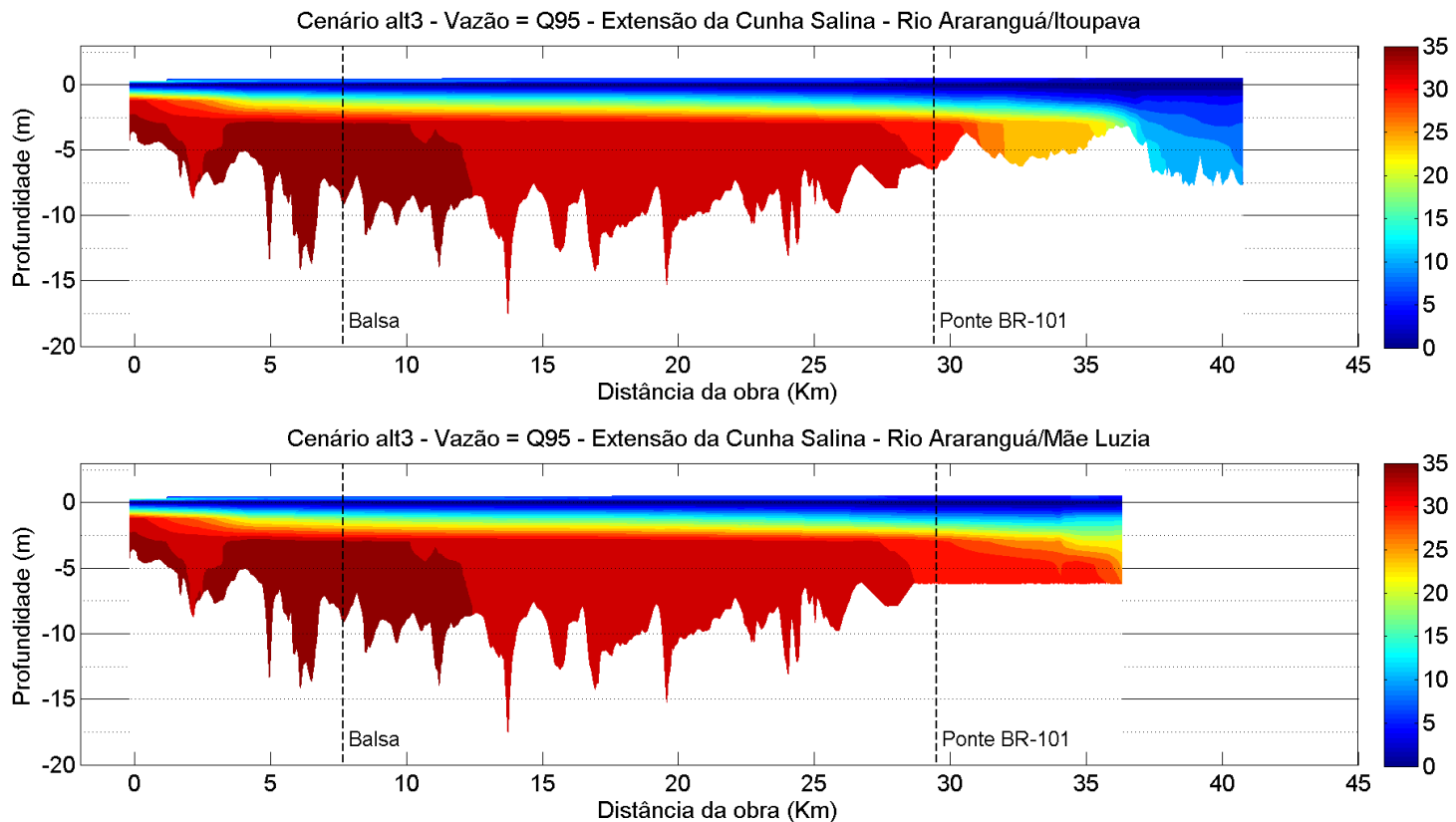




Figura 64: Perfil longitudinal dos rios Araranguá/Itoupava (painel superior) e dos rios Araranguá/Mãe Luzia (painel inferior) para alternativa com molhes. Valores de salinidade (cores) em ups.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA: <b>83/86</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			

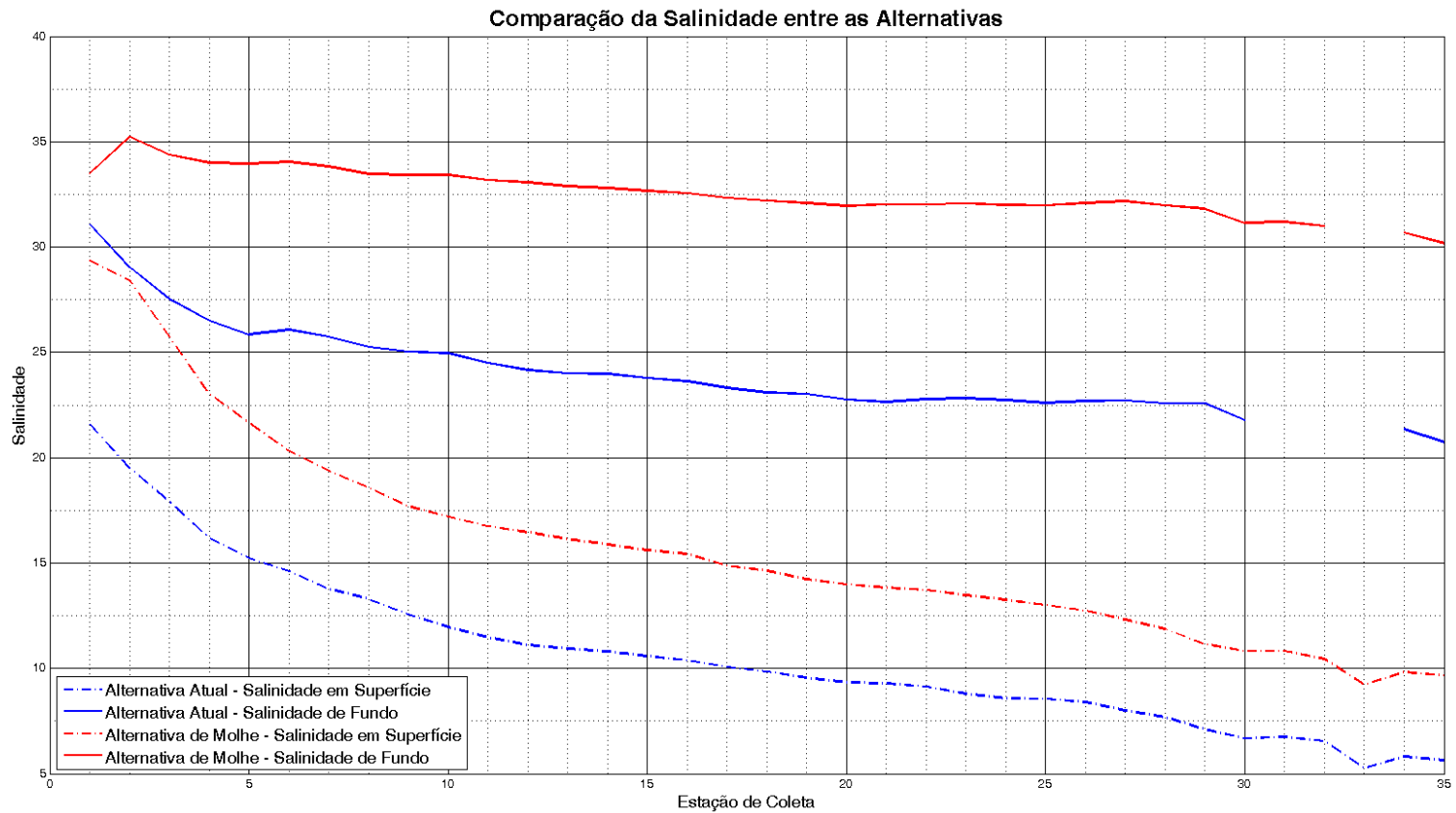




Figura 65: Valores de salinidade de superfície e de fundo para as alternativas simuladas (com e sem molhes) ao longo das 35 estações de amostragem ilustradas na Figura 59.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>84/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>



Os resultados das simulações para o cenário atual, considerando a vazão Q95, mostraram o perfil do rio parcialmente misturado, com uma estratificação vertical acentuada. Para essa condição, massas d'água com salinidade entre 20 ups ultrapassaram a ponte da rodovia BR-101, chegando até os rios Itoupava e Mãe Luzia. Águas mais salinas, com valores próximos a 30 - 35 ups, ficaram restritas à região da desembocadura do Rio Araranguá, adentrando o corpo do rio em períodos de maré cheia até aproximadamente o ponto da Balsa de Araranguá. A salinidade nas camadas de superfície permanece próxima a zero ups até aproximadamente 1 metro abaixo da linha d'água, a partir de onde nota-se a presença da pycnoclina, e os valores de salinidade variam abruptamente.

Para o cenário da alternativa com molhes, foram observados valores de salinidade entre 30 e 35 ups na região da desembocadura e na parte inferior da coluna d'água ao longo do Rio Araranguá. Valores de salinidade na superfície ficam próximas a zero até aproximadamente 0,5 metro abaixo da linha d'água, a partir de onde nota-se a presença da pycnoclina.

O cenário de estiagem simulado com a alternativa de fixação da desembocadura proposta mostra que há um aumento na salinidade do rio em relação ao cenário atual. A partir da Figura 65, pode-se perceber que as diferenças entre o cenário atual e a alternativa com molhes para a camada de superfície fica em torno de 5 ups. Já para as camadas de fundo, as diferenças foram maiores, em torno de 8-10 ups.

Essa diferença se deve não só à modificação da posição da desembocadura, mas principalmente à sua profundidade. As profundidades na região da desembocadura, para o cenário atual, não ultrapassam 2,5 m. A batimetria, nesse cenário, funciona como uma barreira à penetração da água salgada proveniente do mar na desembocadura do sistema. Já para a alternativa de intervenção proposta, a profundidade da desembocadura foi definida em 5 m, conectando diretamente a desembocadura com trechos mais profundos do rio, e facilitando a penetração da cunha salina no estuário. A profundidade do canal tem um papel fundamental no padrão de intrusão salina, permitindo, ou não, a excursão de massas d'água com salinidades maiores para o interior do estuário.

A dinâmica de sal no estuário do Rio Araranguá é fortemente influenciada pela vazão fluvial. Há registros de oito campanhas medindo perfis verticais de salinidade ao longo do estuário. Os resultados mostraram grande variabilidade temporal na distribuição da salinidade: em uma das campanhas foram observados valores de salinidade próximos a 20 ups em um ponto situado a aproximadamente 35 km da desembocadura (no Rio Itoupava), enquanto em outra campanha a distribuição de sal limitou-se aos primeiros 5 km do estuário. Portanto, para cenários menos críticos (vazões médias a altas) os

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>85/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

valores de salinidade encontrados tanto nas camadas de superfície como de fundo, serão menos expressivos.

## **8 CONCLUSÕES**

Neste estudo foram conduzidas simulações numéricas de inundação, variação morfológica e intrusão salina para fins de comparação entre o cenário atual e o cenário proposto com molhes fixando a barra do Rio Araranguá em frente à Comunidade de Ilhas.



Com base nos resultados de inundação, pode-se concluir que a fixação da barra por meio da construção de molhes não impede que a inundação ocorra. No entanto, os cenários simulados indicam que a fixação da barra proposta proporciona, durante eventos extremos de vazão, uma diminuição dos valores de máxima cota alcançada pelo rio e, conseqüentemente, a diminuição das áreas inundadas em comparação ao cenário atual. Adicionalmente, nota-se que o nível tarda mais a subir, em cerca de no mínimo 6 horas, o que propicia maior tempo para ações de resposta por parte da defesa civil, bem como promove escoamento mais rápido da enchente.

Os resultados obtidos indicam que a alternativa estudada exerce maior influência na diminuição do pico de nível do rio em eventos de enchente não tão extremos quanto a que ocorreu em 1995 (e nem por isso não críticas), tal como o Evento 1, simulado com série temporal de vazão de 1995 reduzida em 25%. Em eventos de enchente de maior magnitude (Eventos 2 e 3), as alternativas possuem menor influência na redução do máximo nível do rio, porém propiciam uma diminuição no período de permanência da inundação.

No estudo de variações morfológicas para o cenário com molhes, as simulações indicam que durante o primeiro ano após a obra, a batimetria busque situação de equilíbrio com a nova condição de fluxo do sistema. Após a criação e fixação do canal, o fluxo do rio será preferencialmente pela nova barra.

Entre os molhes, nota-se que a região onde o fluxo possui maior velocidade mantém a profundidade (em aproximadamente 60 m de largura). Há sedimentação junto à parte interna do molhe sul. Ao final de um ano de simulação já é possível observar a diminuição na profundidade da desembocadura natural do rio. Verifica-se deposição de cerca de 1 metro em frente à desembocadura atual no cenário sem molhes, e cerca de 2 a 3 metros de sedimento entre os molhes.

A fim de avaliar necessidades de dragagem de manutenção da profundidade após um ano, a batimetria final foi inserida como dado de entrada no modelo de inundação, com o

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-RPT-00002</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>86/86</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA</b>			REV.: <b>0</b>

intuito de verificar se a sedimentação geraria interferência na eficiência da obra durante eventos extremos. Foi simulada a vazão mais crítica (1995 + 25%) e os resultados para os pontos de controle indicam que a eficiência da obra não foi comprometida pela sedimentação após 1 ano. Logo, não será necessária dragagem de manutenção constante, pois a própria vazão do rio fará a dragagem naturalmente.

Com relação à intrusão salina, o cenário de estiagem simulado (pior cenário) com a alternativa de fixação da desembocadura proposta mostra que há um aumento esperado na salinidade do rio em relação ao cenário atual. Observa-se que as diferenças entre o cenário atual e a alternativa com molhes para a camada de superfície fica em torno de 5 ups. Já para as camadas de fundo, as diferenças foram maiores, em torno de 8-10 ups.

Essa diferença se deve não só à modificação da posição da desembocadura, mas principalmente à sua profundidade. As profundidades na região da desembocadura, para o cenário atual, não ultrapassam 2,5 m. A batimetria, nesse cenário, funciona como uma barreira à penetração da água salgada proveniente do mar na desembocadura do sistema. Já para a alternativa de intervenção proposta, a profundidade da desembocadura foi definida em 5 m, conectando diretamente a desembocadura com trechos mais profundos do rio, e facilitando a penetração da cunha salina no estuário.