
**Ports Developed By Shiphandlers
– PDBS –**

**MODELAGEM NUMÉRICA HIDRO-
SEDIMENTAR PARA A ANÁLISE DA
PLUMA DE SEDIMENTO DA
DRAGAGEM PROPOSTA PARA A
INSTALAÇÃO PORTUÁRIA DE
TURISMO - IPTur BC PORT**



Agosto de 2016

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
EQUIPE TÉCNICA.....	v
1. Introdução.....	1-6
2. Metodologia	2-8
2.1. Modelagem Numérica	2-8
2.2. Dados de Entrada do Modelo	2-11
2.3. Validação do Modelo Numérico.....	2-12
2.4. Modelo de dispersão de sedimento	2-15
3. Resultados e Discussões.....	3-18
3.1. Cenário 1 - Pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação esquerdo, com ressuspensão de 250 m ³ de sedimento	3-18
3.2. Cenário 2 - Pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação direito, com ressuspensão de 250 m ³ de sedimento	3-20
4. Considerações finais	4-23
5. REFERÊNCIAS	5-24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo com detalhe da Instalação Portuária de Turismo BCPort.	1-6
Figura 2. Localização da área de estudo, Praia Central do Município de Balneário Camboriú-SC.	1-7
Figura 3. Malha numérica para a região de Balneário Camboriú com detalhamento na região do BC Port.	2-10
Figura 4. Batimetria interpolada na grade numérica com detalhamento na área do BC Port.....	2-11
Figura 5. Equipamento AWAC® utilizado no fundeio já fixado em estrutura piramidal.....	2-13
Figura 6. Posição de fundeio do ADCP - AWAC.	2-13
Figura 7. Comparação entre os dados de maré medidos pelo ADCP e os dados modelados, para a área de estudo.....	2-14
Figura 8. Comparação entre os dados de maré (m) medidos pelo ADCP e os dados modelados, para a área de estudo.....	2-14
Figura 9. Pontos de coleta de sedimento para análise sedimentar da Acquaplan Tecnologia e Consultoria Ambiental.	2-15
Figura 10. Ilustração de uma draga de arrasto do tipo Hopper.	2-16
Figura 11. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m ³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.	3-19
Figura 12. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m ³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.	3-19
Figura 13. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m ³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.	3-21
Figura 14. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m ³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.	3-21
Figura 15. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m ³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 48 e 62 horas de simulação.	3-22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Vazão estimada do rio Camboriú.	2-11
Tabela 2. Constantes harmônicas de maré para Balneário Camboriú.	2-12

EQUIPE TÉCNICA

Nome	Formação	Área de atuação	Registro IBAMA	Registro Profissional
Fernando Luiz Diehl, MSc.	Oceanógrafo	Coordenador Geral	198583	AOCEANO 104
João Thadeu de Menezes, Dr.	Oceanógrafo	Coordenador Técnico Modelagem Numérica Ambiental	282673	AOCEANO 782
Daniel Becker Salles, BSc.	Oceanógrafo	Modelagem Numérica Ambiental	5879404	AOCEANO 2157
Marina Garcia Pacheco, BSc.	Oceanógrafa	Modelagem Numérica Ambiental	5347429	AOCEANO 1358
Thelma Luiza Scolari, MSc.	Oceanógrafa	Modelagem Numérica Ambiental	5000357	AOCEANO 1906

1. INTRODUÇÃO

A Aquadinâmica Modelagem e Análise de Risco Ambiental foi contratada pela Ports Developed By Shiphandlers (PDBS) para realizar um estudo de modelagem numérica para analisar o deslocamento da pluma de sedimentos que pode ocorrer em decorrência da dragagem de aprofundamento para a construção da Instalação Portuária de Turismo – IPTur - BC Port (Figura 1), no Município de Balneário Camboriú, Santa Catarina.

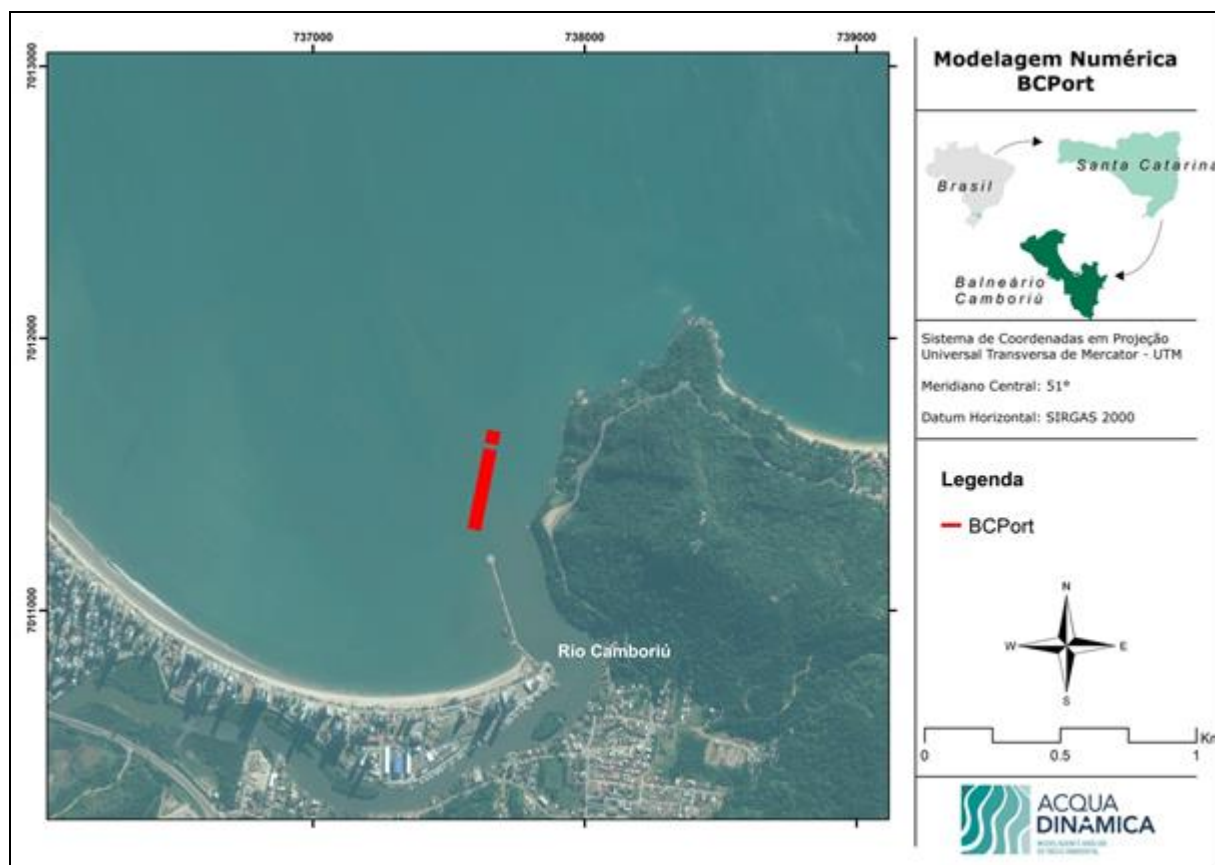


Figura 1. Localização da área de estudo com detalhe da Instalação Portuária de Turismo –IPTur - BCPort.

O empreendimento será instalado na enseada de Camboriú (Figura 2), localizada no litoral centro-norte de Santa Catarina, distante 80 km da capital do Estado, Florianópolis. Segundo Temme *et al.* (1997), a Praia Central possui 5.838 metros de extensão, largura média de 17 metros e orientação NW-SE. É delimitada por promontórios rochosos, sendo a Ponta das Laranjeiras ao Sul e a ponta da Preguiça ao Norte. Apresenta uma forma de arco e possui uma ilha (Ilha das Cabras) em sua porção central.

Schettini *et al.* (1996) descreveram a presença de dois rios na enseada, o rio Camboriú, que se encontra na porção sul da praia, e que possuía, à época, extensa planície de

maré, sendo amplamente utilizado para navegação; e o canal do Marambaia, que se localiza no extremo norte da área de estudo.

Quanto à sedimentologia, o ambiente é composto por areia fina a muito fina, com declividade de 0,85 a 2,80 graus, sendo classificada como uma praia dissipativa, com diâmetro médio de grão de 0,16 mm (TEMME *et al.*, 1997). A zona de surfe varia de 5 a 100m, sendo maior na porção norte da praia.

A praia quanto à sua estabilidade em planta encontra-se em equilíbrio dinâmico, sendo que a porção norte sofre processos erosivos episódicos, enquanto que a porção sul apresenta processos erosivos pela não contribuição de sedimentos arenosos através do rio Camboriú (MENEZES, 2008).

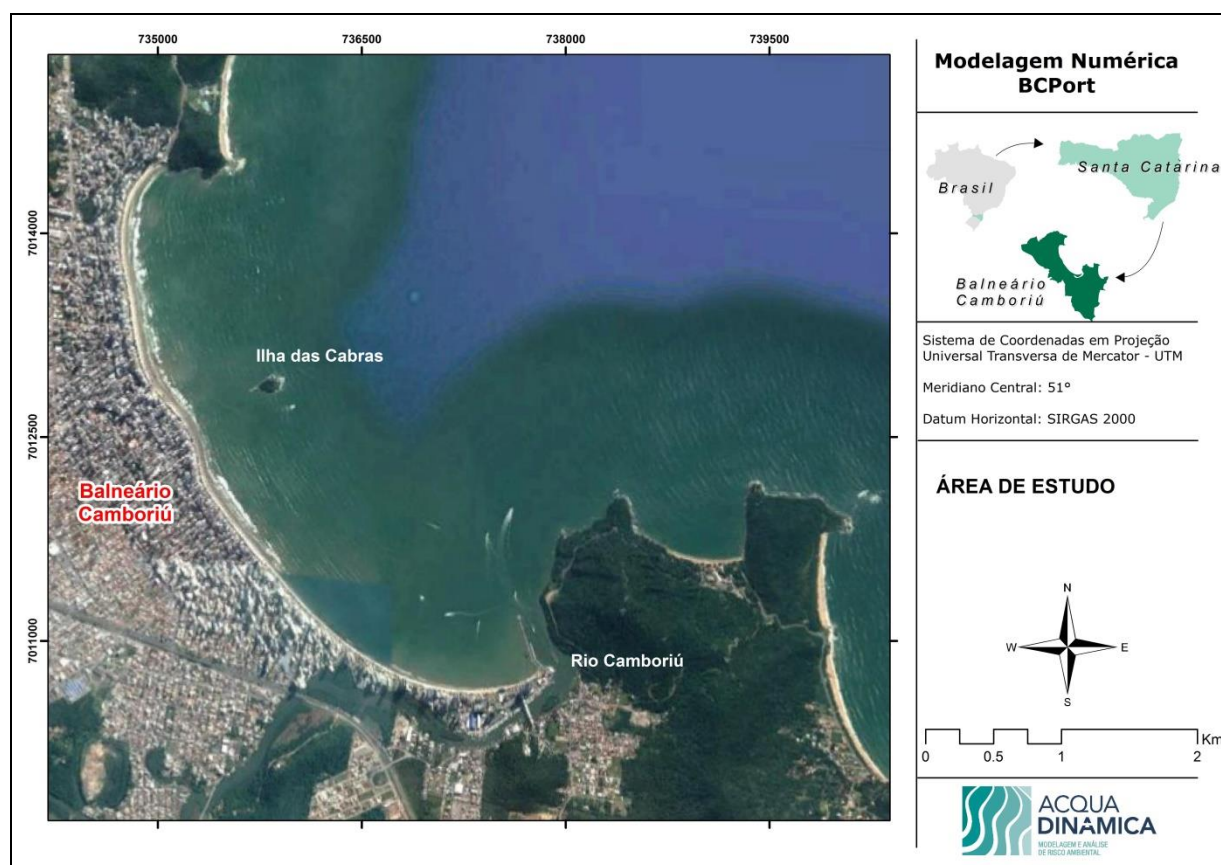


Figura 2. Localização da área de estudo, Praia Central do Município de Balneário Camboriú - SC.

2. METODOLOGIA

2.1. Modelagem Numérica

O modelo numérico **MOHID Studio**, desenvolvido pela **Action Modulers®**, em Mafra, Portugal, foi utilizado para a execução deste trabalho. O **MOHID Studio** é uma interface gráfica para o **MOHID Water Modelling System** desenvolvido pela **Technical University of Lisbon**, permitindo preparar, executar e analisar modelos numéricos de forma amigável em um ambiente integrado com um Sistema de Informação Geográfica (SIG) (BRAUNSCHWEIG *et al.*, 2012).

O **Mohid Studio** constitui-se em um avançado sistema de modelos numéricos 3D (três dimensões) que possibilitam a simulação de corpos d'água como rios, reservatórios, estuários, áreas costeiras e oceanos. O programa é composto por uma série de módulos responsáveis pela computação física e de processos biogeoquímicos. O modelo é dividido em três compartimentos (ár, água e terra), desta forma ele se baseia em duas interfaces principais: interface água-sedimento e interface água-ár, permitindo a modelagem de processos costeiros complexos, tais como geração e propagação de ondas, circulação hidrodinâmica, transporte de sedimentos e mudanças da morfologia litorânea (erosão e deposição sedimentar e variação da posição da linha de costa), sendo para esta modelagem utilizada a versão Mohid Studio Professional 2015.

O modelo hidrodinâmico se baseia em equações finitas e é capaz de integrar o transporte de sedimentos utilizando o **Module Lagrangian**, o qual utiliza o conceito de traçadores lagrangianos. Os traçadores podem ser massas d'água, moléculas ou partículas de sedimento, como utilizado neste estudo para possibilitar uma eficiente avaliação da pluma de sedimento proveniente da dragagem, resultado do projeto implantação da Instalação Portuária de Turismo BC Port. Foram realizadas simulações hidro-sedimentar para dois cenários (01 – *Dragagem em frente ao berço de atracação esquerdo* e 02 – *Dragagem em frente berço de atracação direito*).

2.1.1. Modelo Hidrodinâmico

O módulo hidrodinâmico (**Module Hydrodynamic**) resolve equações de conservação do movimento e da continuidade para elevação do nível d'água e velocidade em 3D para fluxos incompressíveis, em coordenadas ortogonais horizontais e coordenadas genéricas verticais, assumindo equilíbrio hidrostático.

O modelo numérico *MOHID Water Modelling System* foi extensivamente calibrado e validado através de experimentos de campo e de laboratório e é considerado o “estado-da-arte” em modelagem hidrodinâmica.

2.1.2. Módulo Lagrangiano

O módulo lagrangiano (***Module Lagrangian***) simula processos localizados com altos gradientes, como quedas submarinas, erosão sedimentar causada por dragagens, calibração hidrodinâmica, dispersão de óleo, etc. O módulo utiliza o conceito de traçadores, os quais tem seus movimentos influenciados pelo campo de velocidade gerado pelo módulo hidrodinâmico, pelo vento, pelas velocidade de dispersão e decaimento da partícula e pelo movimento aleatório.

2.1.3. Grade Numérica e Batimetria

Para o presente estudo foi desenvolvido uma grade numérica (Figura 3) com detalhamento na área da Instalação Portuária de Turismo BC Port. A criação desta malha numérica para a execução da modelagem foi realizada no software Mohid Studio Professional 2015, em configuração curvilinear ortogonal.

Para este estudo a malha numérica foi definida em 3D (três dimensões) do tipo sigma, com três camadas, sendo 30% para as camadas de fundo e superfície e 40% para a camada central, permitindo a análise do transporte do sedimento vertical na coluna d’água.

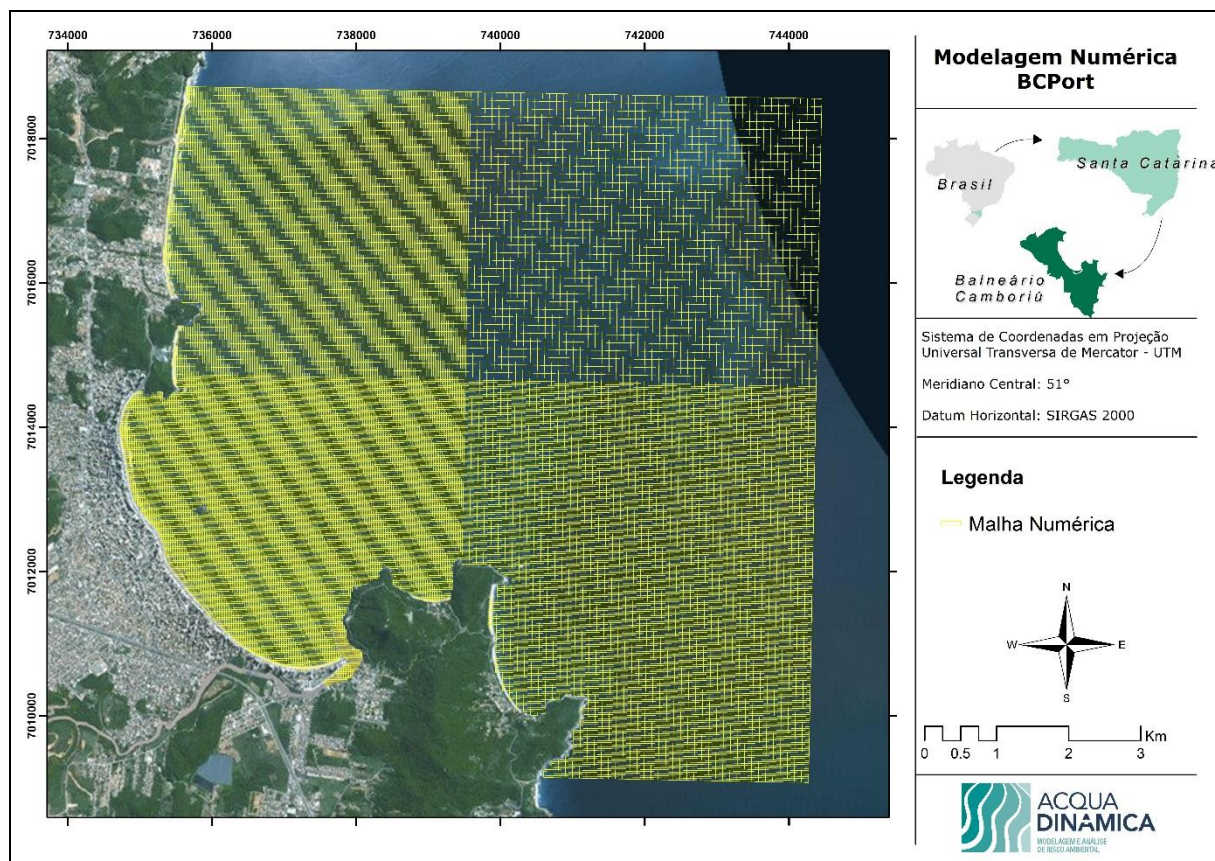


Figura 3. Malha numérica para a região de Balneário Camboriú com detalhamento na região do BC Port.

A batimetria utilizada no trabalho foi composta por dados digitalizados de cartas náuticas, disponibilizadas pela DHN, e dados de batimetria mais detalhados para a região próxima da costa, aquisitados *in situ*. Os dados de batimetria foram interpolados sobre a malha de cálculo no software Mohid Studio Professional 2015, através do método de interpolação de triangulação linear. O resultado da interpolação da batimetria sobre a malha de cálculo local está representado na Figura 4.

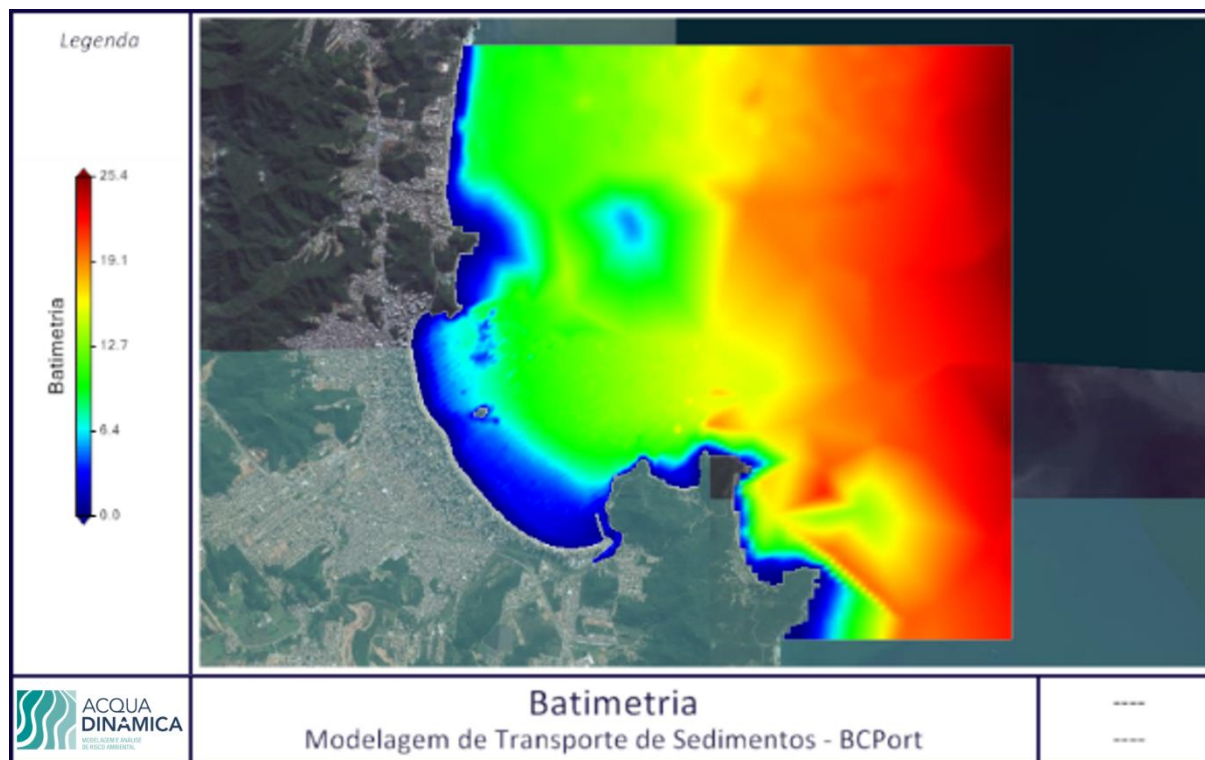


Figura 4. Batimetria interpolada na grade numérica com detalhamento na área do BC Port.

2.2. Dados de Entrada do Modelo

Para a execução do modelo, diversos dados de descarga fluvial, ventos e marés foram utilizados para que o mesmo pudesse ser calibrado, e desta forma pudesse representar de uma maneira mais fidedigna as condições ambientais presentes na área de estudo.

2.2.1. Descarga Fluvial de Afluentes

O rio Camboriú (Figura 1), com aproximadamente 40 km de extensão, drena uma bacia de aproximadamente 200 km², compreendendo dois municípios, Camboriú e Balneário Camboriú. As principais atividades nas áreas de entorno da Bacia são a agricultura e a pecuária. Silva & Schettini (1997) calcularam uma vazão média para o rio Camboriú de 3,0 m³/s (Tabela 1).

Tabela 1. Vazão estimada do rio Camboriú.

Estação	Vazão (m ³ /s)
rio Camboriú	3,0

2.2.2. Dados de Vento

Os dados de vento utilizados nesta simulação foram obtidos através de uma estação do INMET para a região de Balneário Camboriú. Para tanto, foi utilizada uma série de dados correspondente ao período de simulação, coletada em uma estação meteorológica automática.

2.2.3. Dados de Maré

Os dados referentes a maré inseridos no modelo numérico foram obtidos do banco de dados *Finite Element Solution* – FES2004 (Solução de Elementos Finitos), sendo que as constantes harmônicas para a região de Balneário Camboriú (Tabela 2) foram extraídas com auxílio da ferramenta *Generate Tidel File* do Mohid Studio 2015.

Tabela 2. Constantes harmônicas de maré para Balneário Camboriú.

Constante Harmônica	Amplitude (m)	Fase (graus)
M2	0.228115	154.628
S2	0.171226	151.940
K1	0.0651927	-176.690
K2	0.0568317	144.922
N2	0.0522196	-152.421
2N2	0.0124667	-149.742
O1	0.108448	112.086
Q1	0.0217377	-177.633
P1	0.0267902	80.1556
M4	0.000000	0.000000
Mf	0.00728872	-36.3050
Mm	0.00193749	-30.0872
Mtm	0.00172481	-28.1298
MSqm	0.000257954	-26.2502

2.3. Validação do Modelo Numérico

Para a validação do modelo numérico, um perfilador acústico de correntes (ADCP), baseado no efeito *Doppler* da marca Nortek, modelo AWAC® 600 kHz (Figura 5), foi fundeado na enseada de Camboriú, nas coordenadas geográficas 26° 59.087' S e 48° 37.033' W (Figura 6) pelo período de 15/11/2012 a 14/12/2012, com medições a cada 10 minutos.



Figura 5. Equipamento AWAC® utilizado no fundeio já fixado em estrutura piramidal.

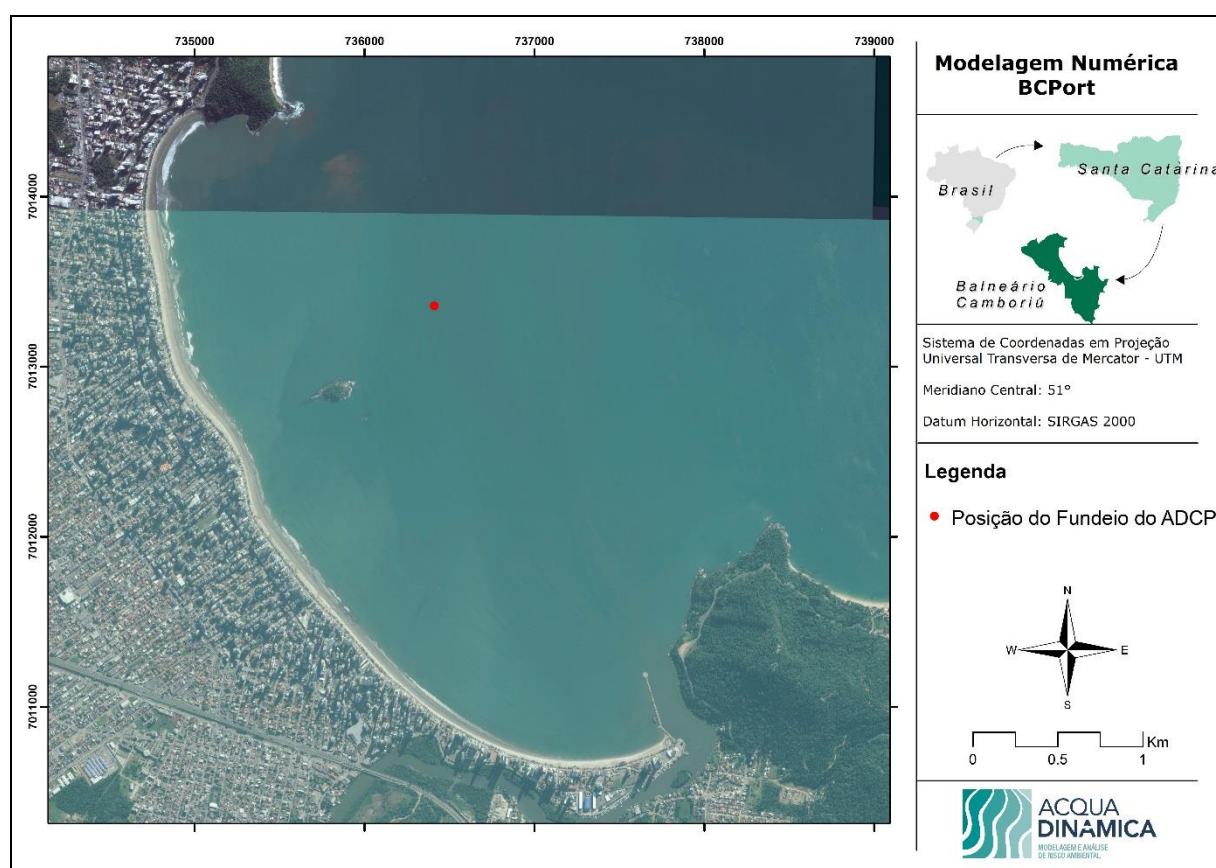


Figura 6. Posição de fundeio do ADCP – AWAC na enseada de Camboriú.

Os dados de água foram coletados em escala temporal de 10 minutos, no mesmo período da modelagem realizada, 16/11/2012 a 30/11/2012, possibilitando a comparação entre os resultados e posterior validação do modelo.

Na Figura 7 é apresentado o gráfico de comparação entre os dados de maré medidos e modelados, que demonstra que os resultados da modelagem puderam representar de

forma coerente os padrões de maré dominantes no local. Na Figura 8 pode-se observar que a correlação entre os dados é satisfatória com valor de R^2 de 0,80.

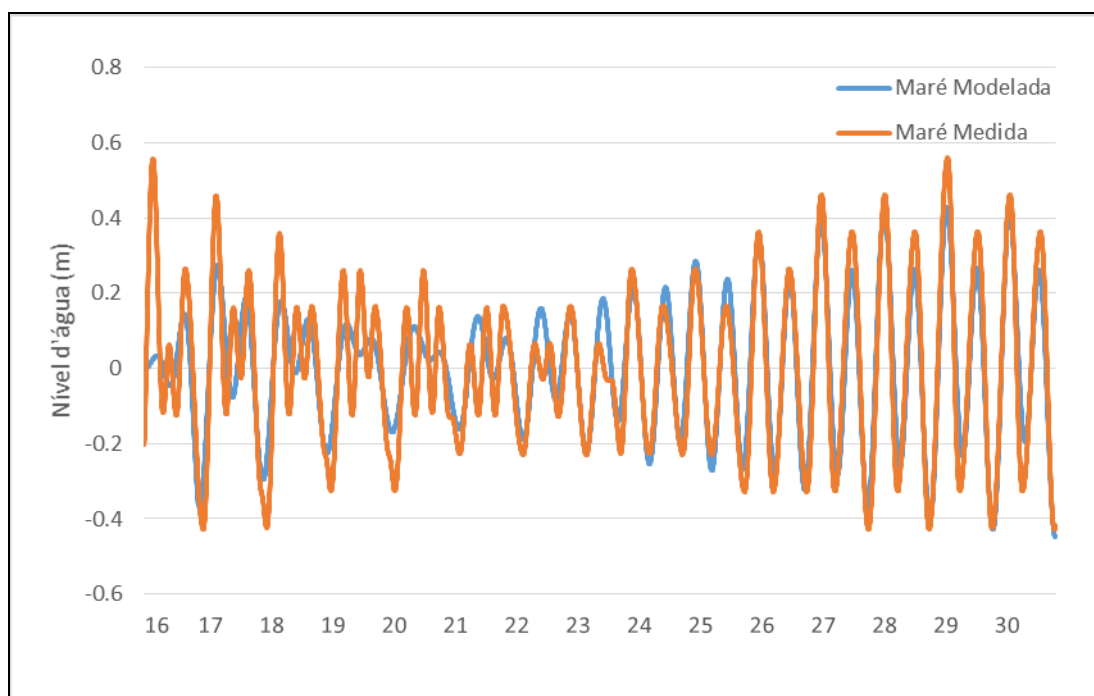


Figura 7. Comparação entre os dados de maré medidos pelo ADCP e os dados modelados, para a área de estudo.

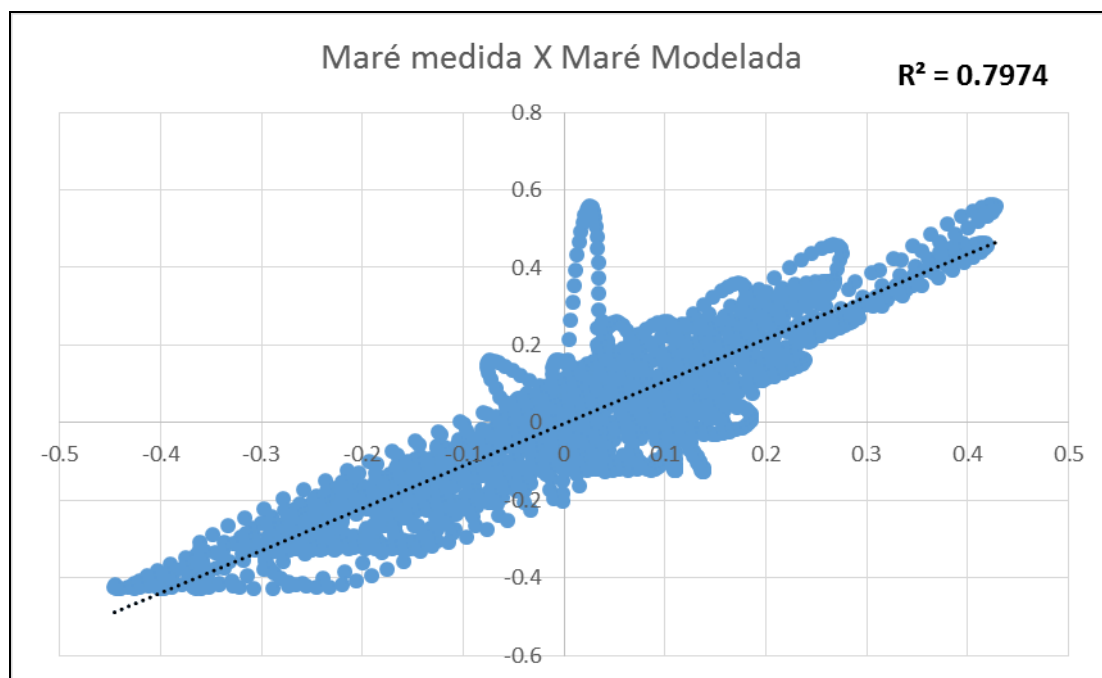


Figura 8. Comparação entre os dados de maré (m) medidos pelo ADCP e os dados modelados, para a área de estudo.

2.4. Modelo de Dispersão de Sedimento

O modelo de dispersão de sedimentos é alimentado com diversas informações, dentre elas, podemos citar: localização dos pontos de dragagem; volume de sedimentos dragados; concentração de sedimentos dragados; porcentagem de sedimentos coesivos e não coesivos; tempo de dragagem; entre outros.

A Acquaplan Tecnologia e Consultoria Ambiental realizou levantamento de dados sedimentológicos *in situ* para 41 pontos na região da Praia Central de Balneário Camboriú e do rio Camboriú (Figura 9). Conforme análise dos pontos #05, #06, #10 e #11, localizados na região dos berços de atracação da Instalação Portuária de Turismo BC Port, o tamanho de grão areia muito fina (0,0625 mm) corresponde a 71,97% do sedimento depositado. Sendo assim, para estas simulações foi utilizado como sedimento para a dispersão da pluma de dragagem areia muito fina.

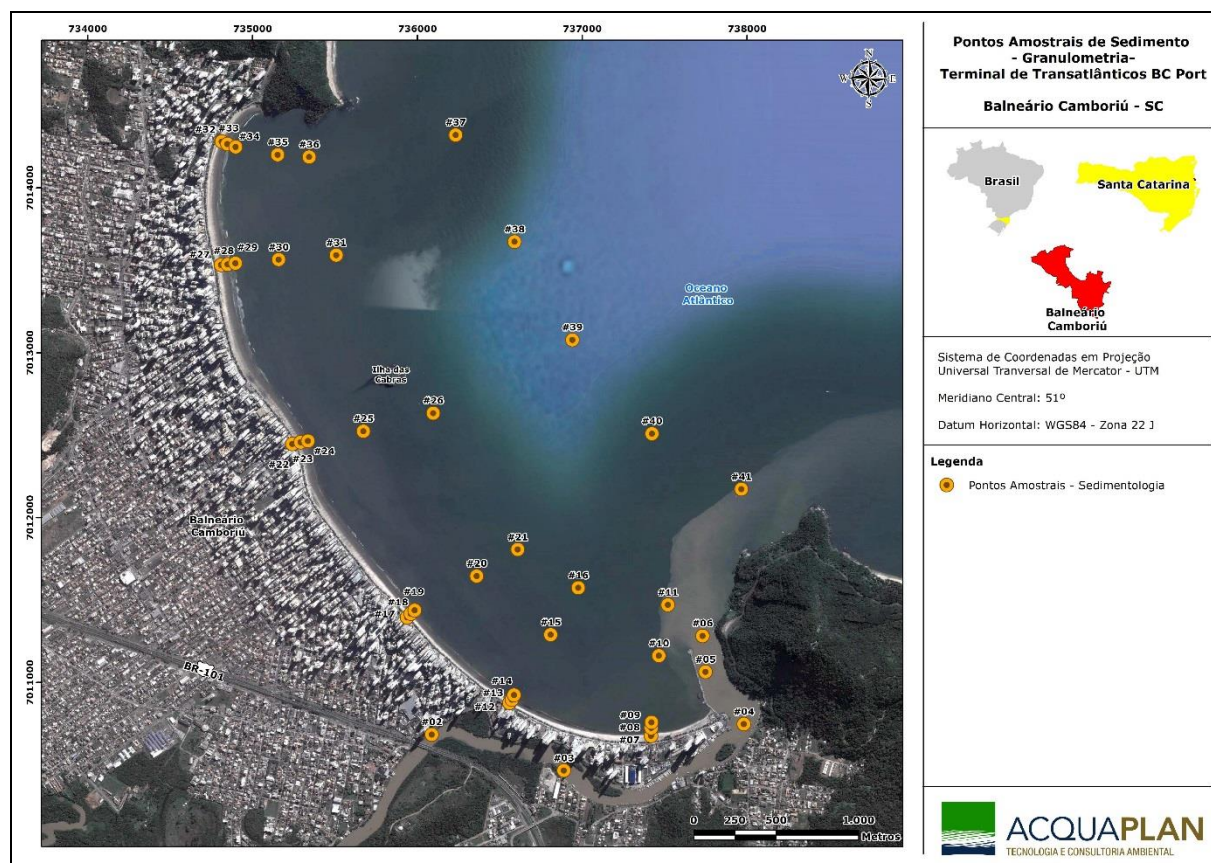


Figura 9. Pontos de coleta de sedimento para análise sedimentar.

A análise da pluma de dragagem foi realizada para dois pontos de dragagem, um na região do berço de atracação esquerdo e outro na região do berço de atracação direito, segundo projeto da Instalação Portuária de Turismo BC Port. A simulação da dispersão da

pluma foi iniciada junto ao fundo, sendo considerada a ressuspensão do sedimento no processo de dragagem.

2.4.1. Equipamento para Execução da Dragagem

Para o desenvolvimento do estudo considerou-se a utilização de um tipo de draga Autotransportadora de Arrasto (Hopper) com capacidade de 5.000 m³.

2.4.2. Dragas tipo Hopper (Autotransportadora de Arrasto)

As dragas de sucção de arrasto autotransportadora, do tipo Hopper (Figura 10), são embarcações autopropelidas com uma cisterna para armazenamento do material dragado. O sistema de dragagem é desenvolvido de forma alternada entre dois processos: (1) o processo de sucção do material, que é armazenado no interior da cisterna da embarcação; (2) o processo de despejo ou lançamento (uma vez atingida sua capacidade máxima, a embarcação navega até a área de despejo para o esvaziamento).

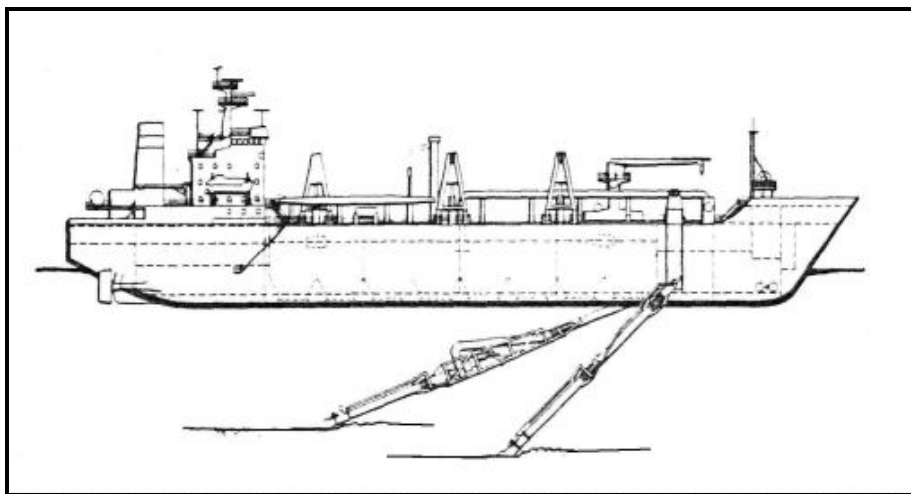


Figura 10. Ilustração de uma draga de arrasto do tipo Hopper.

O sistema de dragagem configura-se pelo arrasto causado pela sucção de água, carregando juntamente o material de fundo para dentro da cisterna. A eficiência deste método se eleva quando existem na cabeça de sucção bicos injetores de água no sedimento ou pás e dentes que facilitem a fluidificação do material.

2.4.3. Cenários para as Simulações da Pluma de Sedimento

Os cenários de dispersão da pluma de sedimentos de dragagem foram definidos em função do tipo de draga, processo de dragagem e local a ser dragado (tipo de sedimento e profundidade).

As características do processo de dragagem da draga que serão utilizadas foram estudadas por diversos pesquisadores e descrevem que a porcentagem de ressuspensão de sedimentos estão relacionadas à velocidade da dragagem, número de rotação da cabeça de draga, espessura do tubo de sucção, velocidade de movimento do braço da draga entre outros. Palermo *et al.* (2008) salientam que a porcentagem de ressuspensão de sedimentos pode variar de 0,15 a 3,3% do volume de sedimentos dragados. McLellan *et al.* (1989) descrevem que a concentração de ressuspensão de sedimentos pode variar entre 10 e 200 mg/l, dependendo dos processos de dragagem envolvidos e a sedimentologia da área dragada. Hayes (1986) e Henriksen (2009) propuseram modelos para a estimar a concentração de sedimentos ressuspensionado pela operação de dragagem. Com base nos trabalhos científicos citados acima, será utilizada a porcentagem de 5% (250 m³) para a caracterização de sedimentos ressuspensionados durante a operação de dragagem, de forma a simular o cenário de pior caso.

Desta forma, foi definido a análise dos seguintes cenários:

- **Cenário 1:** pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação esquerdo, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento; e,
- **Cenário 2:** pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação direito, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da pluma de dragagem foi realizada para dois pontos de dragagem: o primeiro na região do berço de atracação esquerdo e o segundo ponto de dragagem na região do berço de atracação direito da Instalação Portuária de Turismo BC Port. A simulação da dispersão da pluma foi iniciada junto ao fundo, sendo considerada a ressuspensão de 250 m³ do sedimento no processo de dragagem.

Os resultados estão apresentados a seguir na forma de figuras para 2, 6, 12 e 24 horas após o evento causador da pluma de sedimento para o *Cenário 1* e *Cenário 2*. Adicionalmente, para o *Cenário 2* são apresentados resultados para 48 e 62 horas de simulação, pois a pluma de sedimento seguia se deslocando após as 24 horas iniciais.

3.1. Cenário 1 - Pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação esquerdo, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento

Os resultados da dispersão da pluma de sedimento proveniente da obra de aprofundamento para o berço esquerdo do BC Port, para os períodos de 2, 6, 12 e 24 horas após o início da dragagem, estão apresentados a seguir na Figura 11 e na Figura 12.

Após 2 e 6 horas de simulação o sedimento permanece concentrado na região do berço de atracação esquerdo, se espalhando de forma circular para todas as direções. Com 6 horas de simulação a pluma de sedimento atinge o cais esquerdo do BC Port, mas ainda concentrado na região do berço de atracação (Figura 11).

Após 12 horas do início da simulação a pluma de sedimento encontra-se colada ao cais esquerdo do BC Port. Após 24 horas de simulação parte da pluma de sedimento permanece colada ao cais esquerdo do BC Port em dois pontos, parte do sedimento em suspensão (2,5% do volume inicial) deslocou-se para desembocadura do rio Camboriú, onde permanece até o fim da simulação (Figura 12).

Como a modelagem foi realizada em três dimensões, com três camadas verticais, foi possível observar que durante todo o período simulado o sedimento em suspensão permaneceu na camada de fundo. Ou seja, o sedimento ressuspendido durante o processo de dragagem não alcançou a superfície da água, sendo exclusivamente transportado pelo fundo.

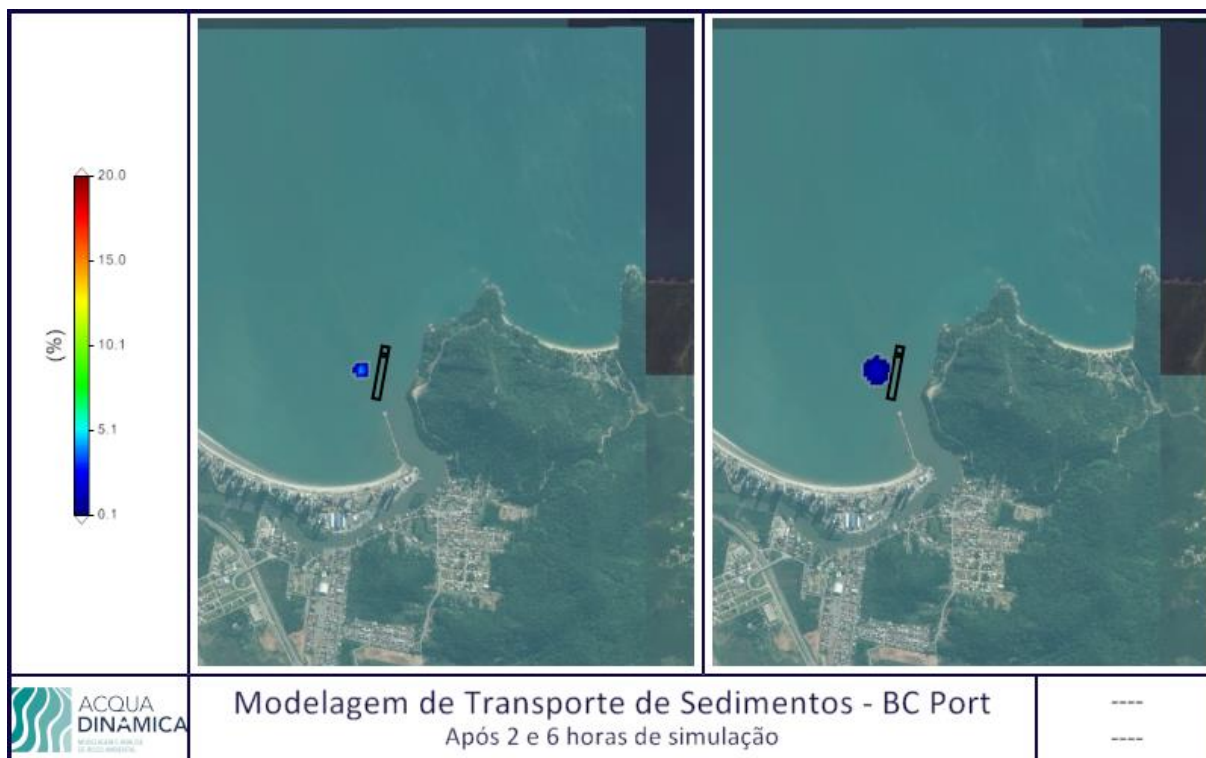


Figura 11. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.

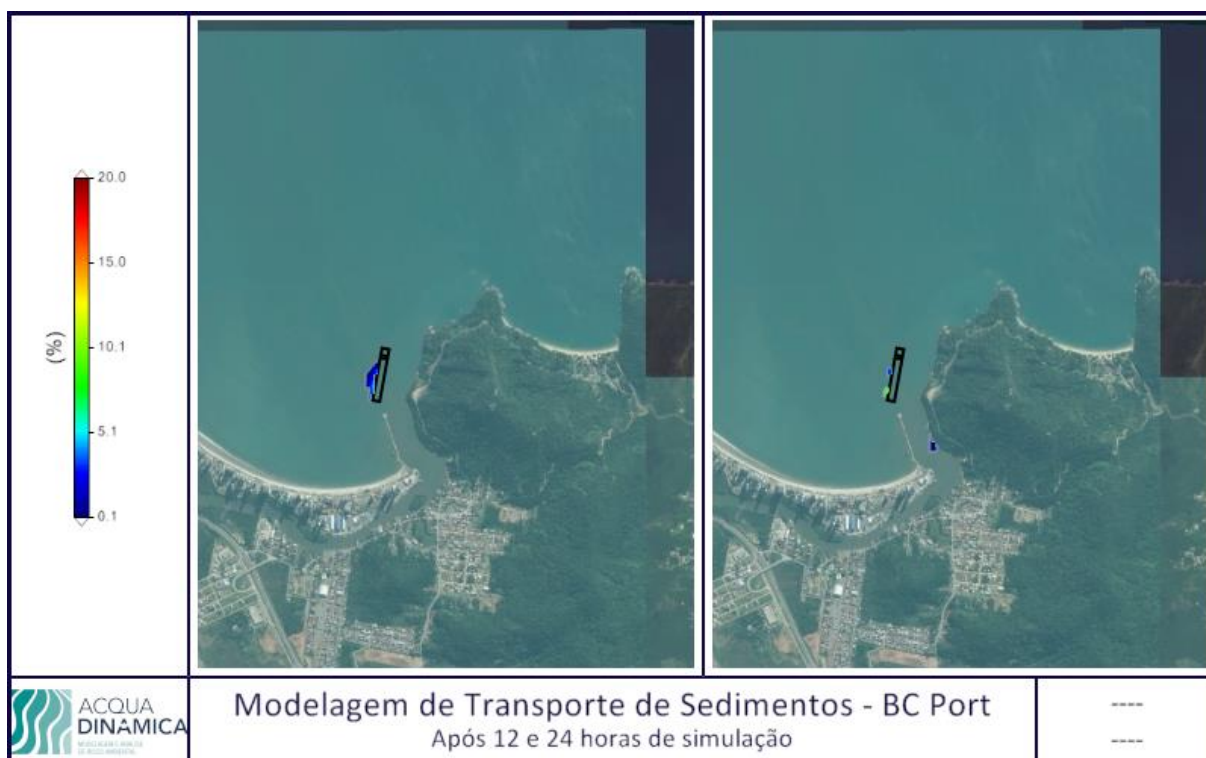


Figura 12. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.

3.2. Cenário 2 - Pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação direito, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento

Os resultados da dispersão da pluma de sedimento proveniente da obra de aprofundamento para o berço direito do BC Port para os períodos de 2, 6, 12, 24, 48 e 62 horas após o início da dragagem estão apresentados a seguir na Figura 13, na Figura 14 e na Figura 15. Para o *Cenário 2* optou-se apresentar os resultados de simulação após 48 e 62 horas porque a pluma de sedimento ainda estava se deslocando após as 24 horas iniciais.

Após 2 e 6 horas (Figura 13) de simulação o sedimento encontra-se concentrado junto ao cais direito do BC Port, na região do berço de atracação, se espalhando de forma circular para todas as direções.

Após 12 horas (Figura 14) do início da simulação a pluma de sedimento encontra-se concentrado junto ao cais do BC Port, mas deslocado-se para o norte. A pluma segue deslocando-se para o norte após 48 e 62 horas de simulação (Figura 15), até atingir o promontório da Ponta das Laranjeiras.

Como a modelagem foi realizada em três dimensões, com três camadas verticais, foi possível observar que durante todo o período simulado o sedimento em suspensão permaneceu na camada de fundo. Ou seja, todo o sedimento ressuspensionado durante o processo de dragagem foi transportado junto ao fundo, não alcançando a superfície da água.

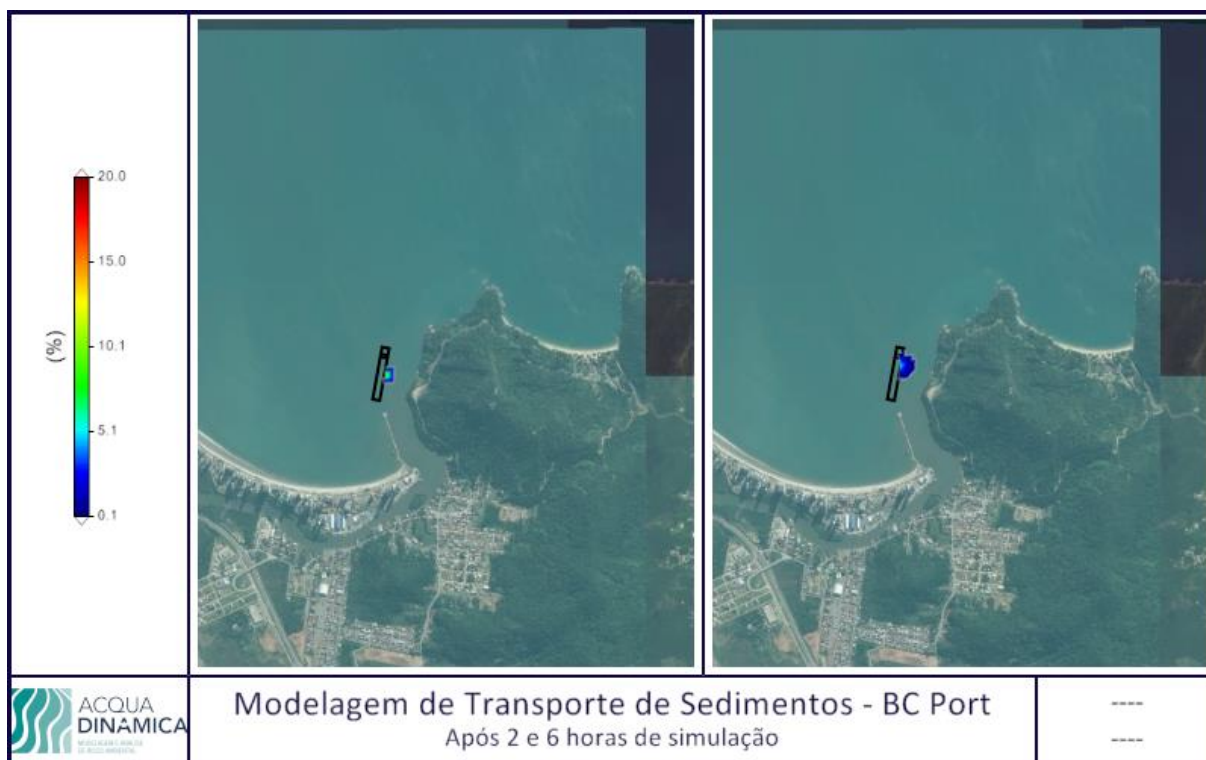


Figura 13. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m^3 suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.

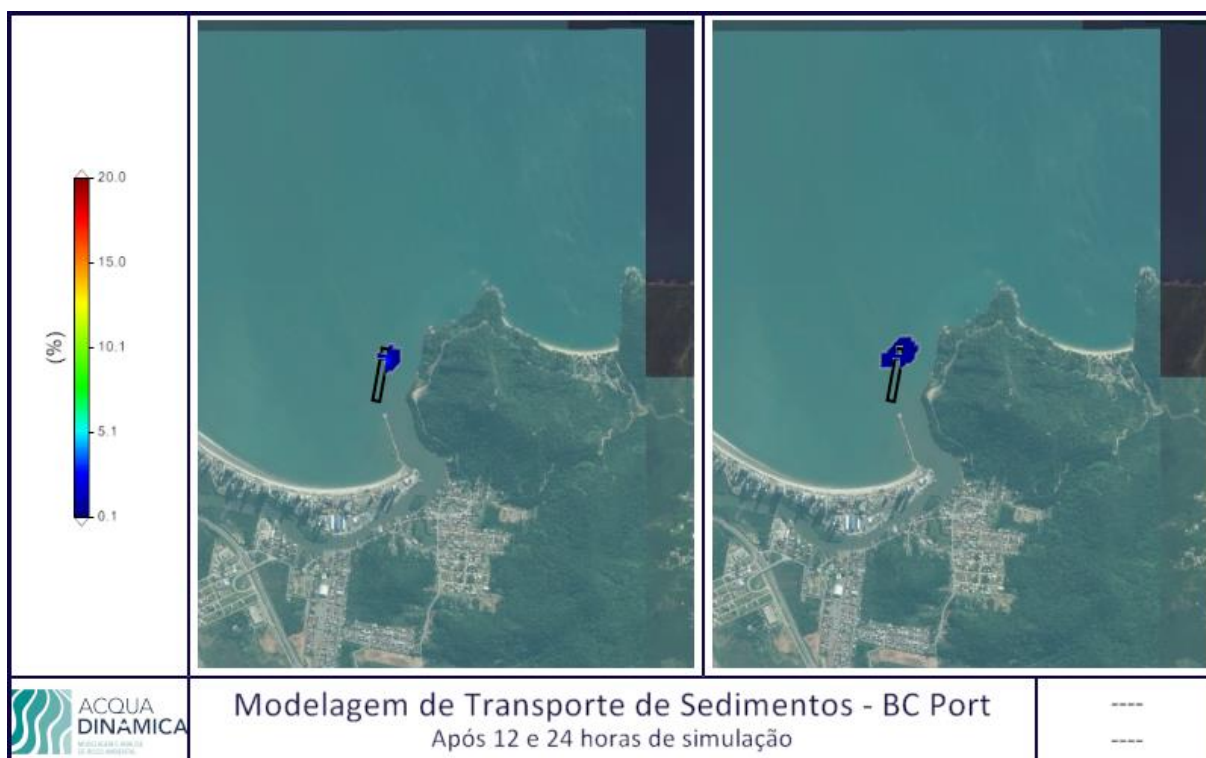


Figura 14. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m^3 suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.

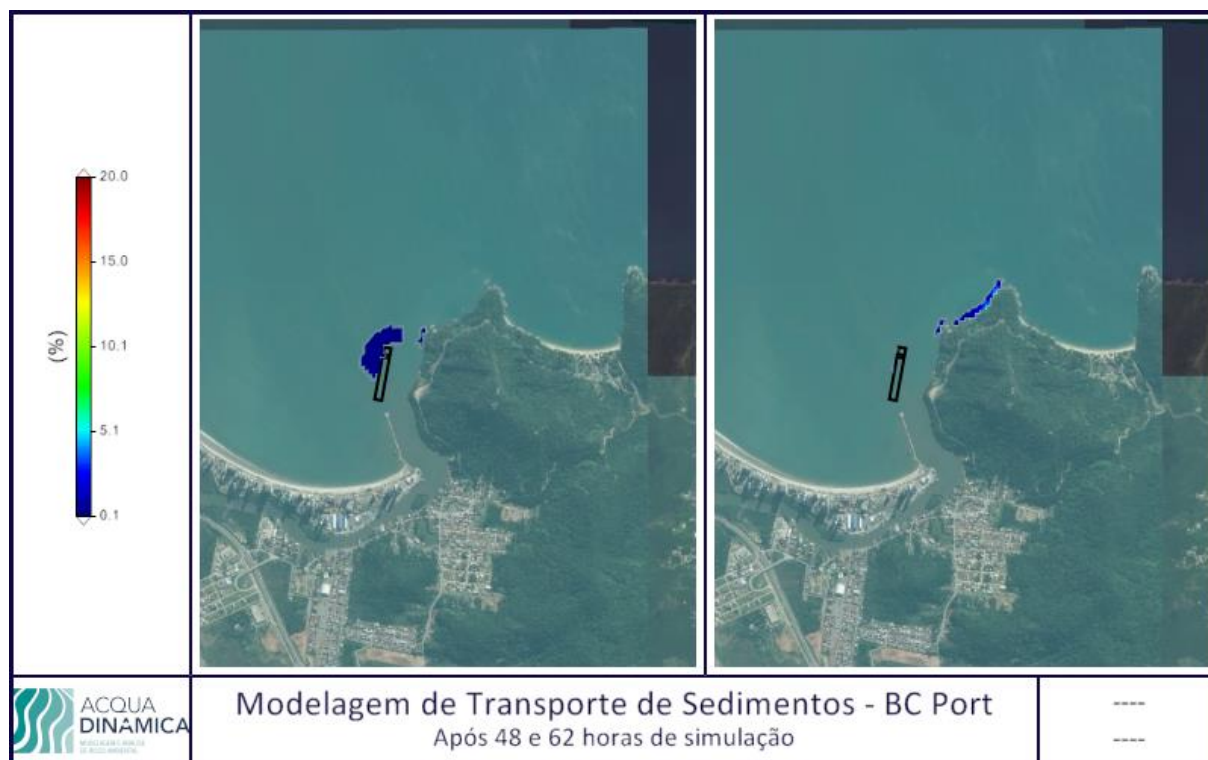


Figura 15. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 48 e 62 horas de simulação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresentou os resultados de simulação hidro-sedimentar para analisar a dispersão da pluma de sedimentos da dragagem para a Instalação Portuária de Turismo BC Port. O modelo foi executado para os seguintes cenários:

- **Cenário 1:** pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação esquerdo, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento; e,
- **Cenário 2:** pluma de sedimento da dragagem na região do berço de atracação direito, com ressuspensão de 250 m³ de sedimento.

Para os cenários 1 e 2 foi simulado a ressuspensão de sedimento do fundo com o tamanho de grão areia muito fina (0,0625 mm), por corresponder a 71,97% do sedimento presente na região a ser dragada, conforme dados coletados *in situ*. Os resultados foram apresentados para 3, 6 12 e 24 horas de simulação após o evento inicial de dragagem para o *Cenário 1* e para 3, 6 12, 24, 48 e 62 horas para o *Cenário 2*, pois neste segundo cenário a pluma de sedimento seguia se deslocando após as 24 horas iniciais.

Em ambos os cenários a pluma de sedimento se dispersa lentamente, mantendo-se com baixas concentrações, isso é, menos de 10% do volume inicial. No *Cenário 1*, parte do sedimento suspenso pela dragagem fica colado a estrutura do cais do BC Port e parte se desloca para a região da desembocadura do rio Camboriú.

Já no *Cenário 2* o sedimento em suspensão permanece por um período maior na área das estruturas do BC Port, mas após 62 horas se dispersa na direção nordeste, encostando no promontório Ponta de Laranjeiras.

Como a modelagem foi realizada em 3D (três dimensões), com três camadas verticais, foi possível observar que durante todo o período simulado o sedimento em suspensão permaneceu na camada de fundo, não ocorrendo transporte vertical do sedimento, e por consequência, não causando alterações significativas na turbidez da água adjacente à área do projeto. Também se verifica que a o sedimento suspenso pela atividade de dragagem não apresenta risco de deposição na Praia Central de Balneário Camboriú, salvo algum evento extremo.

5. REFERÊNCIAS

- BRAUNSCHWEIG, Frank; FERNANDES, Luis; LOURENÇO, Filipe. MOHID Studio User Guide: User Guide for MOHID Studio Express and Professional Edition. 2012. 146 p.
- HAYES, D.F. 1986. "Guide to Selecting a Dredge for Minimizing Resuspension of Sediment", Effects of Dredging Technical Notes EEDP-09-01, Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- HENRIKSEN, J. (2009). Investigation of Turbulence Characteristics for Model Cutter Suction Dredging Operation. Bulletin of the Permanent International Association of Navigation Congresses, 136, p. 17.
- MCLELLAN, T. N., HAVIS, R. N., HAYS, D. F., AND RAYMOND, G. L. (1989). "Field studies of sediment resuspension characteristics of selected dredges," Technical Report HL-89-9, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- MENEZES, J. T., 2008. Balanço de Sedimentos Arenosos da Enseada de Balneário Camboriú-SC. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- PALERMO MR, SCHROEDER PR, ESTES TJ, FRANCINGUES NR. 2008. United States Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center. Technical guidelines for environmental dredging of contaminated sediments. September 2008. ERDC/EL TR-08-29.
- SCHETTINI, C.C.F.; CARVALHO, J.L.B.; JABOR, P. - "Comparative Hydrology and suspended matter distribution of four estuaries in Santa Catarina State - Southern Brazil". Workshop on Comparative Studies of Temperature Coast Estuaries. Bahia Blanca, Argentina, Proceedings... UNS/IADO/NSF/IAI, 1996, pp29-32.
- SILVA, L. F. & SCHETTINI, C. A. F., 1997. Contribuição à hidrologia do estuário do rio Camboriú: avaliação da contribuição fluvial. Anais, X Semana Nacional de Oceanografia. Itajaí, SC. pp. 496-498.
- TEMME, B.; KLEIN, A. H. F.; CARVALHO, J. L. B. & DIEHL, F. L., 1997. Morphologic Behaviour of the Beach of Balneário Camboriú: Preliminary Results. Notas Técnicas da Facimar. n. 1, p. 49 – 65.