

Figura 350. Velocidades máximas de maré enchente (A) e vazante (B) em sizígia para a área de estudo, para a condição do *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.1.2. Ondas

O resultado da simulação de ondas da direção 74,68° (ENE), de período (Tp) 7,69 s e altura significativa (Hs) 2,51 m (Figura 351A) demonstram que a ondulação atinge as regiões centrais e norte da Praia Central com maior energia, com Hs de até 2 metros. Já a porção sul da praia e a desembocadura do rio Camboriú apresentam Hs menores em comparação com as demais áreas, com valor máximo em torno de 0,5 metros.

O caso de onda de direção 91,97° (E), Tp 8,28 s e Hs 2,66 m (Figura 351B), apresentou uma condição similar ao caso com direção ENE. Os focos de maior energia das ondas encontram-se nas regiões centrais e norte da praia, atingindo Hs máximos de 2,5 metros, principalmente na região norte da praia. Na região sul da Praia Central, onde encontra-se a desembocadura do rio Camboriú, a Hs máxima observada na região foi 0,5 metros.

O caso 3, com direção 114,63° (ESE), Tp 8,76 s e Hs 2,85 m (Figura 351C), apresenta uma redução na energia de ondas na região central da praia em comparação com os casos anteriores, concentrando o foco principalmente na região norte da praia, alcançando altura significativa máxima de 2,5 metros. A região sul da praia e a desembocadura do rio Camboriú ficam protegidos de ondas desta direção pelo sentido da praia (sudeste-noroeste), causando uma redução na energia das ondas na área, atingindo alturas significativas máximas próximo a 0,25 metros.

O último caso de ondas, com direção 154,57° (SSE), Tp 10,44 e Hs 3,19 m (Figura 351D), apresenta os menores resultados de altura significativa em toda a Praia Central. Isto ocorre pela disposição da praia no sentido sudeste-noroeste, fazendo com que a ondulação passe por fora da praia, com exceção de um pequeno foco de energia com altura significativa máxima de 1,75 metros que atinge a região norte da Praia Central por conta do efeito de difração da onda. Na região sul a energia de onda é quase nula, apresentando altura significativa inferior a 0,25 metros, chegando a zero na desembocadura do rio Camboriú, onde está projetada a instalação do BC Port.

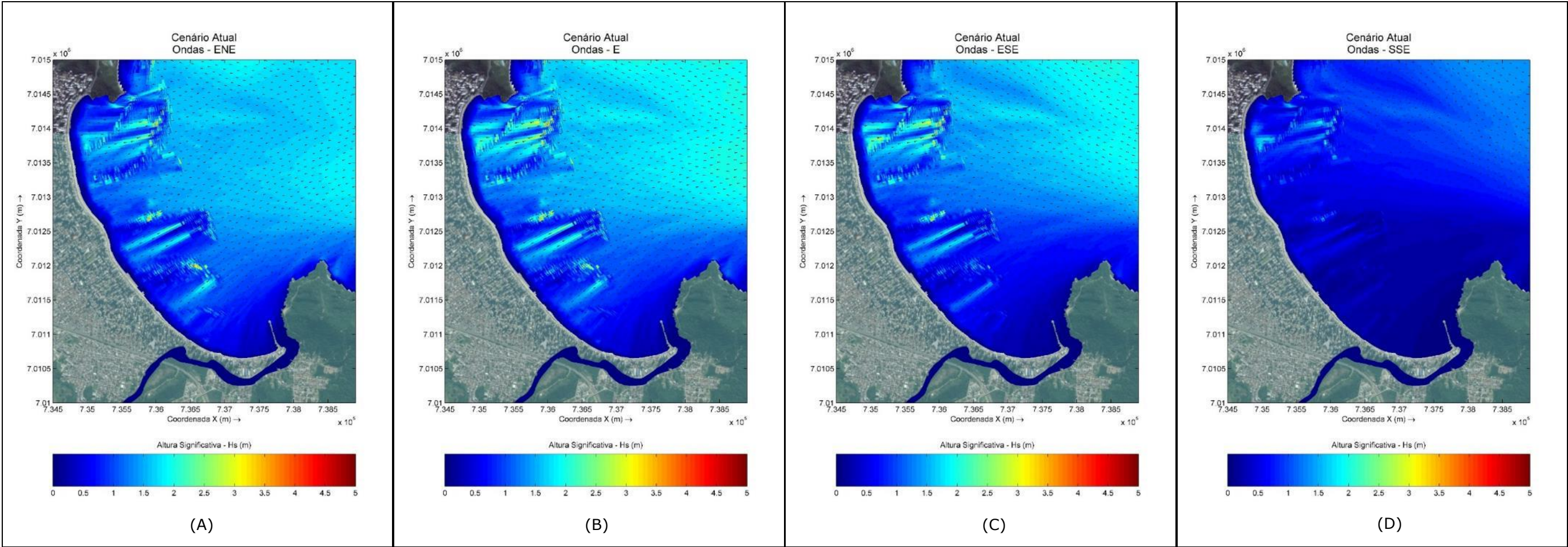


Figura 351. Resultados da simulação de ondas nas direções ENE (A), E (B), ESE (C) e SSE (D), para o *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.1.3. Variação Morfológica

Os resultados de variação morfológica (Figura 352) para o período de 6 meses demonstra uma estabilidade na Praia Central, como já indicado por Menezes (2008). Observam-se pequenos focos de erosão e deposição de ordem inferior a 0,4 metros na desembocadura do rio Camboriú e na região costeira do promontório sul da Praia Central, porém, estas variações não indicam a perda de sedimento do sistema; o que se observa é a redistribuição do sedimento, ocorrendo a erosão num determinado ponto e a redeposição deste material logo ao lado.

Os resultados para um ano apresentam as mesmas características observadas para 6 meses, onde ocorre a redistribuição do material do fundo, principalmente na região da desembocadura do rio Camboriú, com ordem inferior a 0,5 metros.

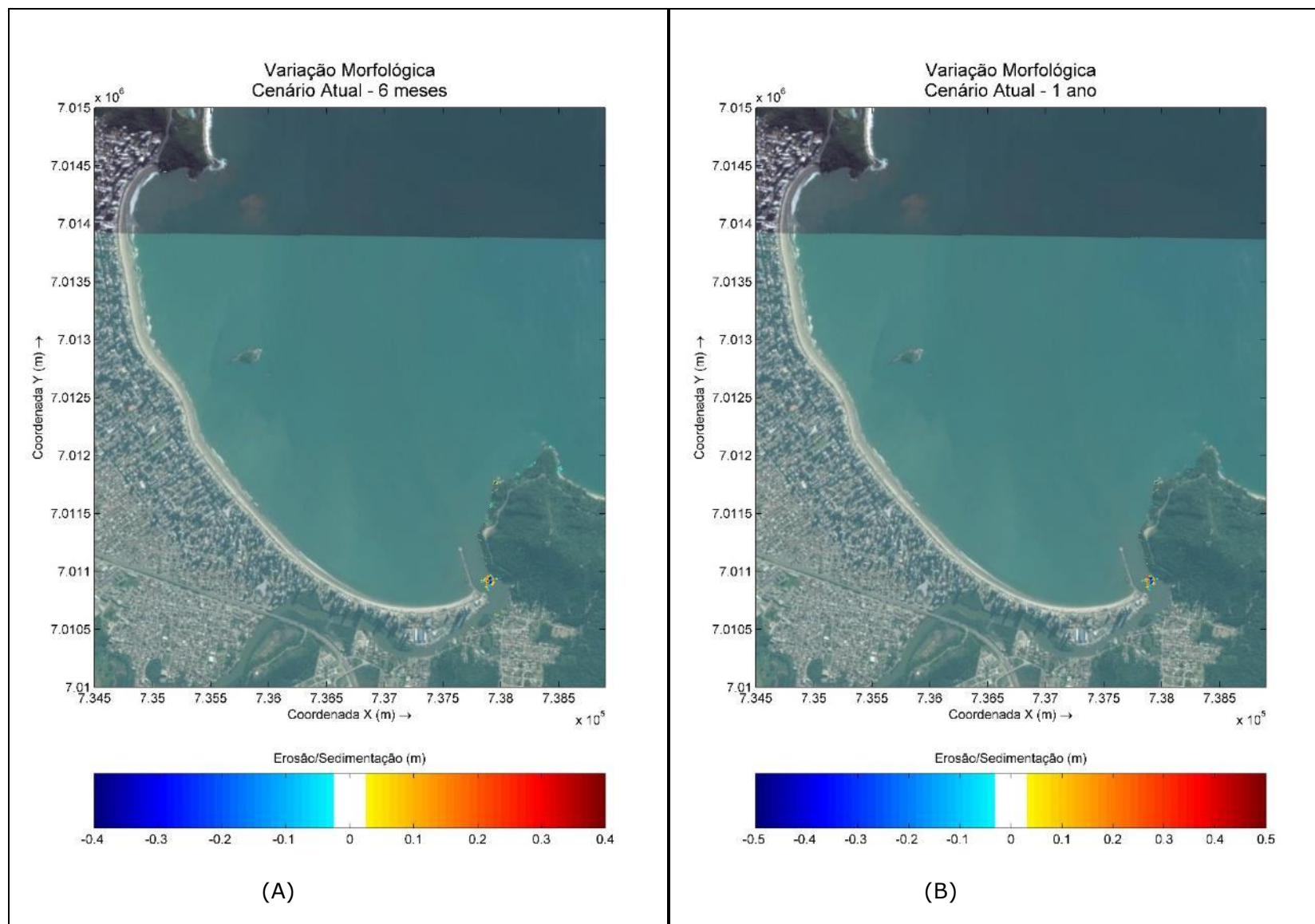


Figura 352. Variação morfológica de curto (A) e longo (B) período para o *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.2. Diferença entre os resultados do *Cenário 03* e o *Cenário Atual*

Neste capítulo será apresentado a diferença entre os resultados hidrodinâmicos, de ondas e variação morfológica, entre o *Cenário 03* e o *Cenário Atual*. O *Cenário 03* foi simulado com a Praia Central sem engordamento, com o BC Port instalado, com áreas do berço e canal de acesso dragados para 10 metros e 1 navio atracado no berço esquerdo do terminal.

9.1.10.2.1.2.1. Velocidades de Corrente

A Figura 353 apresenta as diferenças nas velocidades de corrente em maré de sizígia enchente e vazante entre os cenários *03* e *Atual*, pois é nesta maré onde ocorrem as maiores velocidades, e por consequência, as maiores variações da velocidade de corrente.

Durante a enchente de sizígia observa-se um aumento na velocidade de corrente de até 0,05 m/s ao sul do BC Port. Este aumento de velocidade se dá por conta de um estrangulamento da passagem de água entre o BC Port e o molhe do rio Camboriú. Como verifica-se no resultado de maré enchente do *Cenário Atual* (Figura 350A), a corrente apresenta uma direção nordeste-sudoeste nesta região, favorecendo este aumento de velocidade na região ao sudoeste do BC Port.

Durante a condição de vazante observam-se alterações na velocidade de corrente em toda a região dos berços de atracação do BC Port, bem como na região ligeiramente ao sul do empreendimento, na ordem de até 0,1 m/s. Isto se deve ao estrangulamento da massa d'água proveniente do rio Camboriú, que ganha força na maré vazante e no *Cenário Atual* se dissipava após o molhe do rio Camboriú, mas com o empreendimento é canalizada ao sul do BC Port ou ao longo do empreendimento.

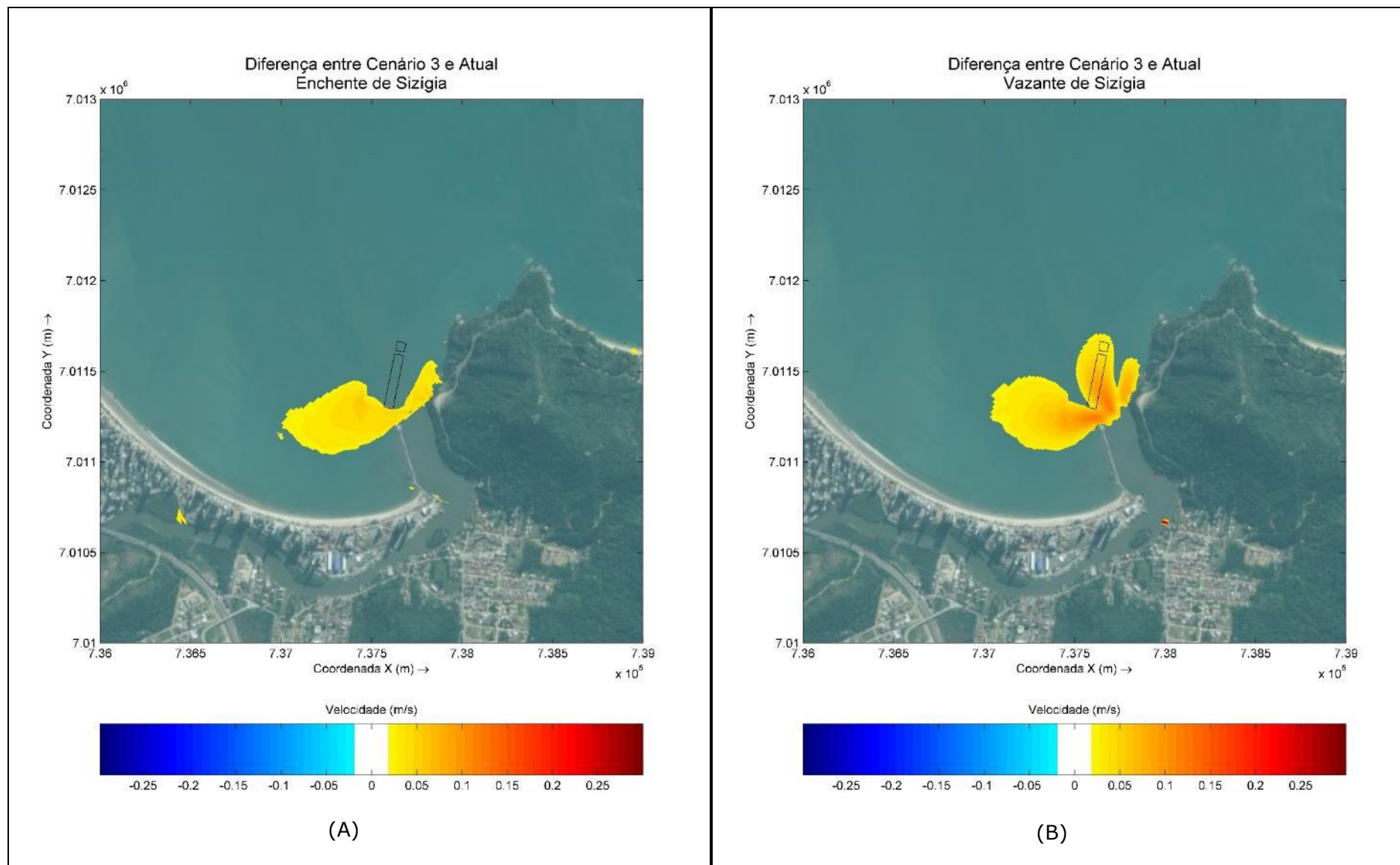


Figura 353. Diferença das velocidades de corrente entre o *Cenário 03* e *Cenário Atual* na enchente (A) e vazante (B) da maré de sizigia.

9.1.10.2.1.2.2. Ondas

A diferença entre os resultados para os quatro casos de ondas entre o *Cenário 03* e o *Cenário Atual* estão apresentados na Figura 354. Em todos os quatro casos as alterações causadas pela implantação do BC Port se dão unicamente na porção sul da Praia Central de Balneário Camboriú.

As maiores alterações na altura significativa (Hs) das ondas ocorrem no caso 1 (Figura 354A), com direção leste-nordeste (ENE), onde se observa uma redução na Hs de até 1 metro na área ao entorno do empreendimento até a praia e um aumento na Hs na ordem de 0,2 metros nas laterais da região onde ocorre a redução, porém, esse aumento na altura significativa se dissipa, não alcançando a praia.

O caso 4 (Figura 354D), direção de onda SSE, apresenta o menor impacto do empreendimento, com uma redução na ordem de 0,2 metros na Hs na região a oeste do BC Port.

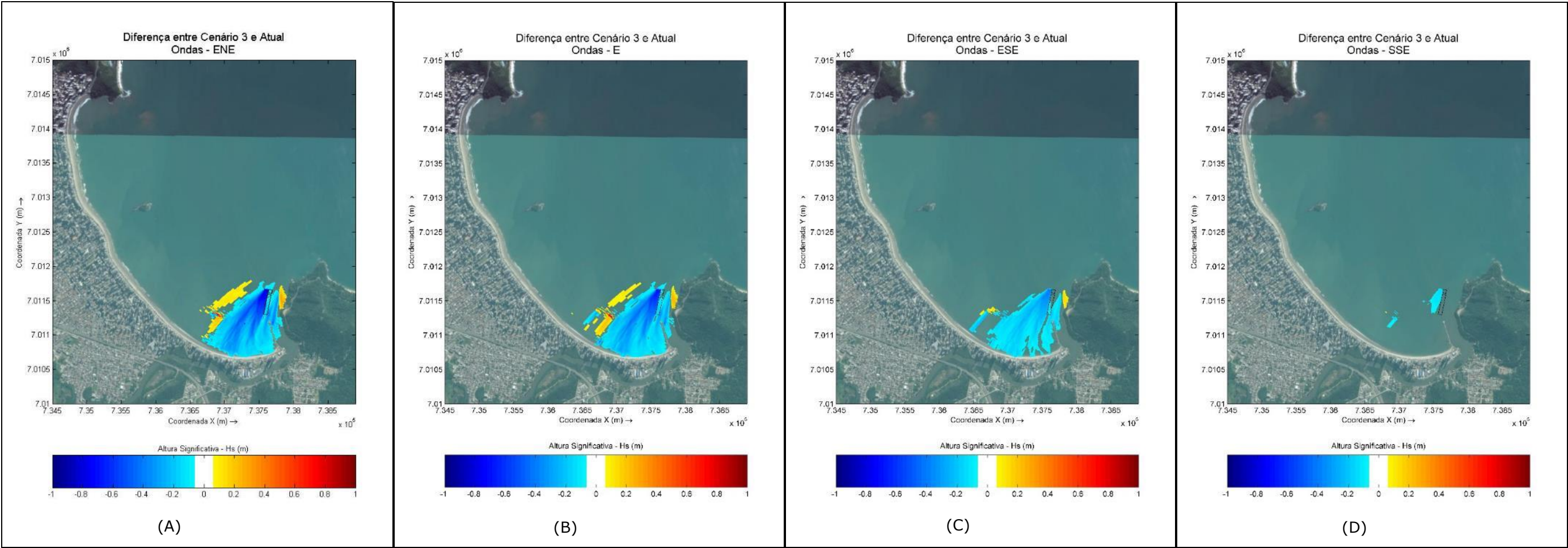


Figura 354. Diferença entre os resultados de ondas para as direções ENE (A), E (B), ESE (C) e SSE (D) entre o *Cenário 03* e *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.2.3. Variação Morfológica

Os resultados de variação morfológica de curto e longo prazo (Figura 355) para os cenários *03* e *Atual* são bastante próximos, com exceção da costa do promontório a leste do BC Port, mesma região onde se observa uma leve alteração de velocidade de corrente (Figura 353), na ordem de 0,05 m/s. A diferença entre os resultados de variação morfológica tanto para 6 meses quanto para 1 ano são de no máximo 0,25 metros.

Verifica-se que tanto para 6 meses quanto para 1 ano de simulação não ocorre diferença na variação morfológica entre os cenários *03* e *Atual* na área do BC Port, seus berços e canal de acesso, mesmo com um navio atracado no berço esquerdo durante todo o período simulado para o *Cenário 03*.

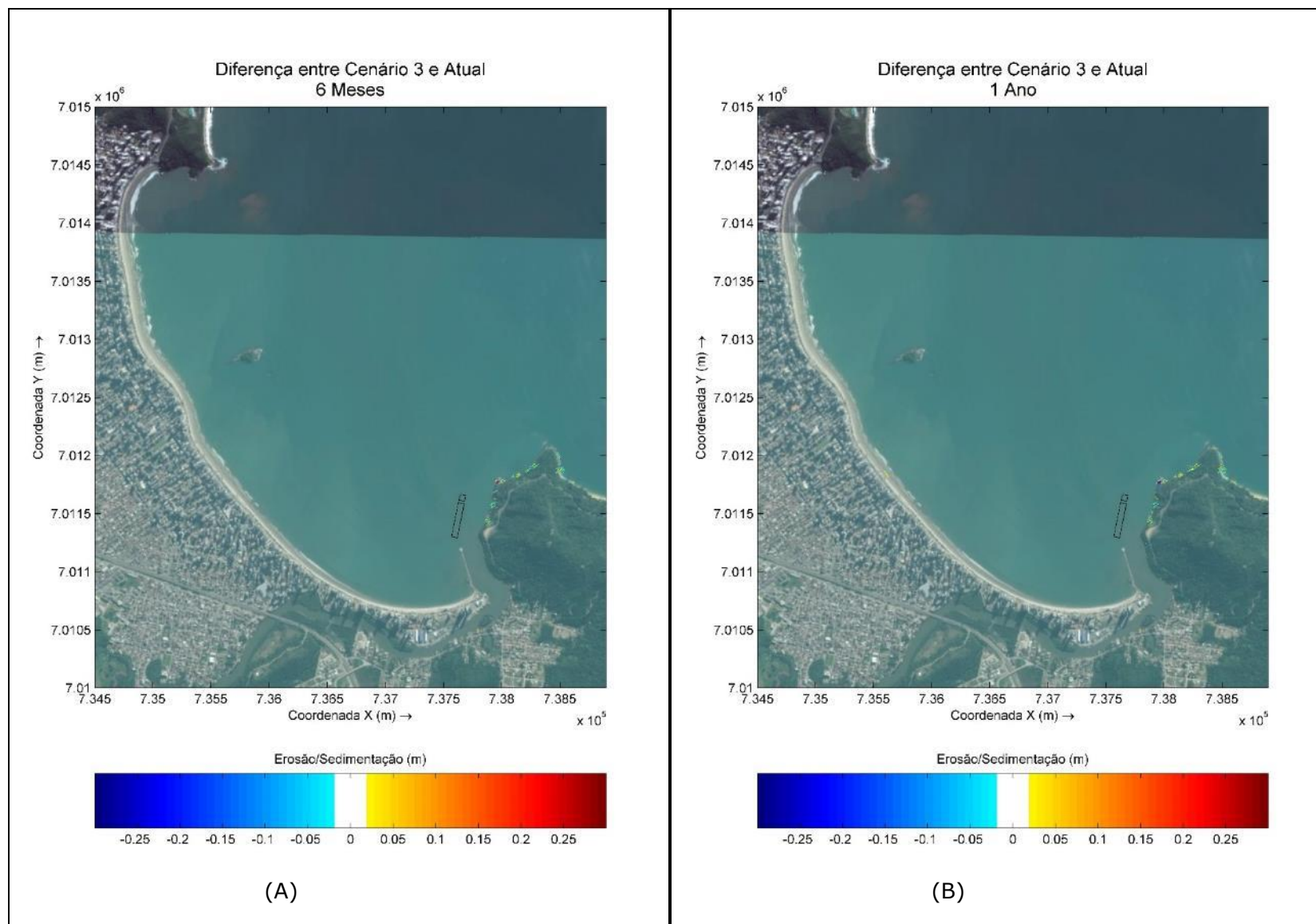


Figura 355. Diferença de resultados de variação morfológica de curto (A) e longo (B) período entre o *Cenário 03* e *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.3. Diferença entre os Resultados do *Cenário 04* e o *Cenário Atual*

Neste capítulo será apresentado a diferença entre os resultados hidrodinâmicos, de ondas e variação morfológica entre o *Cenário 04* e o *Cenário Atual*. O *Cenário 04* foi simulado com a Praia Central sem engordamento, com o BC Port instalado, com áreas do berço e canal de acesso dragados para 10 metros e com navios atracados nos seus dois berços.

9.1.10.2.1.3.1. Velocidades de Corrente

A Figura 356 apresenta as diferenças nas velocidades de corrente em maré de sizígia enchente e vazante entre os cenários *04* e *Atual*, pois é nesta maré onde ocorrem as maiores velocidades, e por consequência, as maiores variações da velocidade de corrente.

Durante a enchente de sizígia (Figura 356A) observa-se um aumento na velocidade de corrente de até 0,075 m/s nos berços de atracação do BC Port e entre o empreendimento e o molhe do rio Camboriú. Este aumento de velocidade se dá por conta de um estrangulamento da passagem de água entre os navios atracados de cada lado do empreendimento, uma vez que eles funcionam como uma barreira para água, gerando um leve aumento de velocidade nas correntes na parte interna do empreendimento, o qual é suportado por estacas, permitindo o escoamento da água.

Durante a condição de vazante (Figura 356B) da maré de sizígia observa-se uma alteração mais significativa quanto à área afetada pela implantação do empreendimento, gerando um aumento na velocidade de corrente de até 0,1 m/s na desembocadura do rio Camboriú e aumentos inferiores a 0,05 m/s próximo a região sul da Praia Central e na Praia de Laranjeiras.

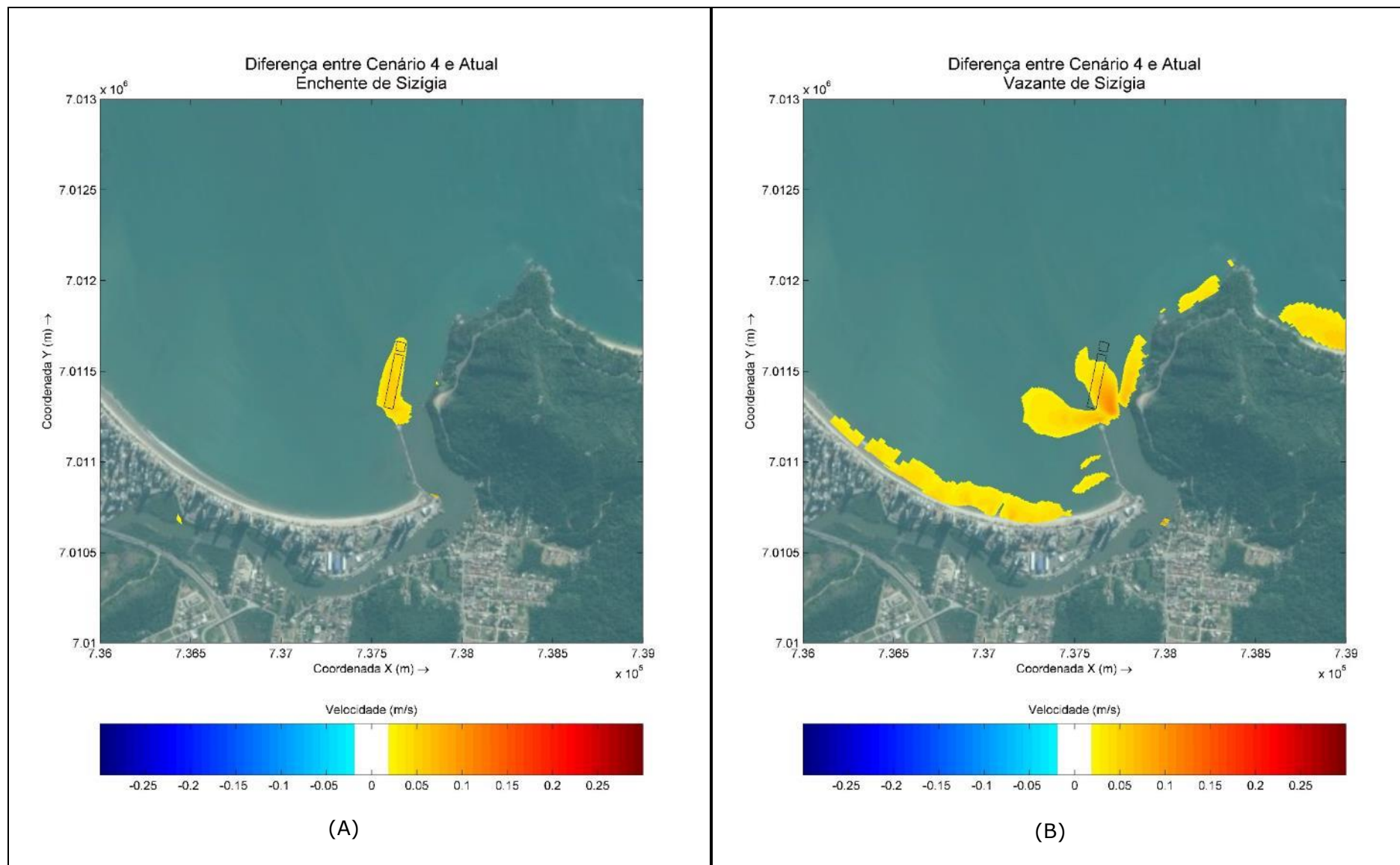


Figura 356. Diferença das velocidades de corrente entre o *Cenário 04* e *Cenário Atual* na enchente (A) e vazante (B) da maré de sizigia.

9.1.10.2.1.3.2. Ondas

A diferença entre os resultados para os quatro casos de ondas entre o *Cenário 04* e o *Cenário Atual* estão apresentados na Figura 357. Em todos os quatro casos as alterações causadas pela implantação do BC Port se dão unicamente na porção sul da Praia Central, assim como ocorreu para o *Cenário 03*.

As maiores alterações na altura significativa (Hs) das ondas ocorrem no caso 1 (Figura 357A), com direção leste-nordeste (ENE), onde se observa uma redução na Hs de até 1 metro na área ao entorno do empreendimento até a praia, e um aumento na Hs na ordem de 0,2 metros nas laterais da região onde ocorre a redução. Porém, esse aumento na altura significativa se dissipa, não alcançando a praia. Em um ponto isolado ocorre um aumento na altura significativa da onda de até 0,8 metros, porém, é uma pequena região e este aumento não se mantém em direção à praia.

O caso 4 (Figura 357D), direção de onda SSE, apresenta o menor impacto do empreendimento, com uma redução na ordem de 0,2 metros na Hs na região a oeste do BC Port.

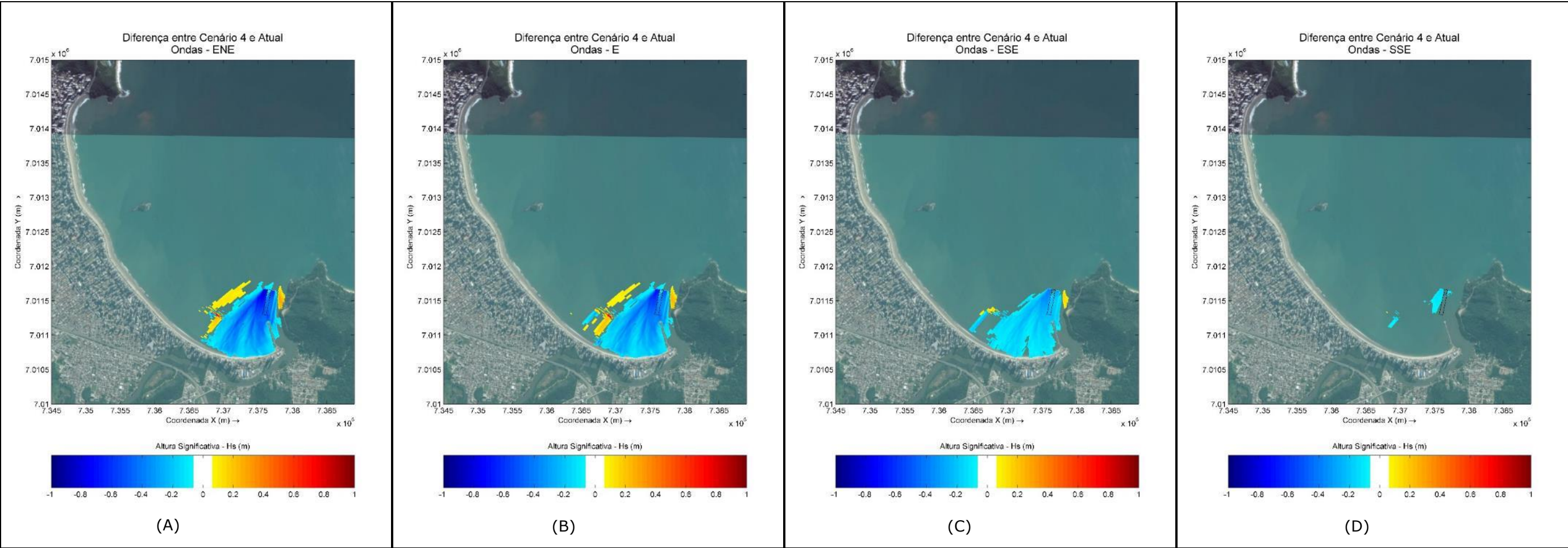


Figura 357. Diferença entre os resultados de ondas para as direções ENE (A), E (B), ESE (C) e SSE (D) entre o *Cenário 04* e *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.3.3. Variação Morfológica

Da mesma forma como observado nos resultados do *Cenário 03*, os resultados de variação morfológica de curto e longo prazo (Figura 358) para os cenários *04* e *Atual* são bastante próximos, com exceção da costa do promontório a leste do BC Port, mesma região onde se observa uma leve alteração de velocidade de corrente na vazante de sizígia (Figura 356B) na ordem de 0,05 m/s. A diferença entre os resultados de variação morfológica tanto para 6 meses quanto para 1 ano são de no máximo 0,25 metros.

Verifica-se que tanto para 6 meses quanto para 1 ano de simulação não ocorre diferença na variação morfológica entre os cenários *04* e *Atual* na área do BC Port, seus berços e canal de acesso, mesmo com um navio atracado em cada um dos seus berços durante todo o período simulado para o *Cenário 04*.

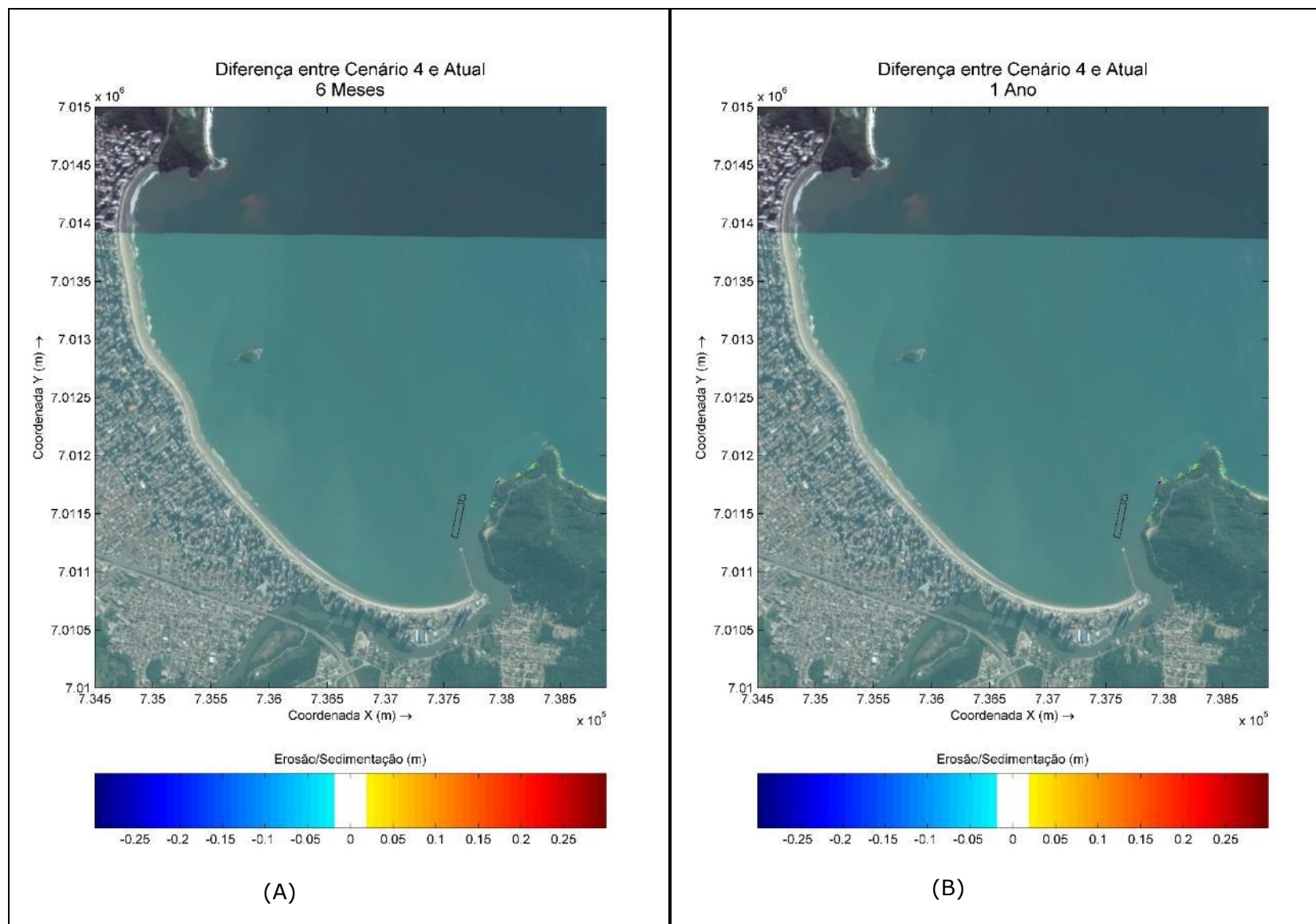


Figura 358. Diferença de resultados de variação morfológica de curto (A) e longo (B) período entre o *Cenário 04* e *Cenário Atual*.

9.1.10.2.1.4. Diferença entre os Resultados do *Cenário 05* e o *Cenário 02*

Neste capítulo será apresentado a diferença entre os resultados hidrodinâmicos, de ondas e variação morfológica entre o *Cenário 05* e o *Cenário 02*. O *Cenário 05* foi simulado com o engordamento na Praia Central, com o BC Port instalado, com áreas do berço e canal de acesso dragados para 10 metros e com 1 navio atracado no seu berço esquerdo.

O *Cenário 02* que servirá como base de comparação neste capítulo foi simulado com as mesmas condições batimétricas do *Cenário Atual*, com acresção de um engordamento na Praia Central.

9.1.10.2.1.4.1. Velocidades de Corrente

A Figura 359 apresenta as diferenças nas velocidades de corrente em maré de sizígia enchente e vazante entre os cenários *05* e *02*, pois é nesta maré onde ocorrem as maiores velocidades, e por consequência, as maiores variações da velocidade de corrente.

Durante a enchente de sizígia (Figura 359A) observa-se um aumento na velocidade de corrente de até 0,05 m/s nos berços de atracação do BC Port e entre o empreendimento e o molhe do rio Camboriú. Este pequeno aumento de velocidade se dá por conta de um estrangulamento da passagem de água entre o navio atracado do lado esquerdo do empreendimento, uma vez que eles funcionam como uma barreira para água, gerando um leve aumento de velocidade nas correntes na parte interna do empreendimento, o qual é suportado por estacas, permitindo o escoamento da água.

Durante a condição de vazante (Figura 359B) da maré de sizígia observa-se uma alteração mais significativa quanto à área afetada pela implantação do empreendimento, gerando um aumento na velocidade de corrente de até 0,1 m/s na desembocadura do rio Camboriú e aumento inferior a 0,05 m/s na Praia de Laranjeiras. Diferente do que foi observado na comparação entre os cenários *04* e *Atual*, neste caso não se observa variação de velocidade de corrente na Praia Central.

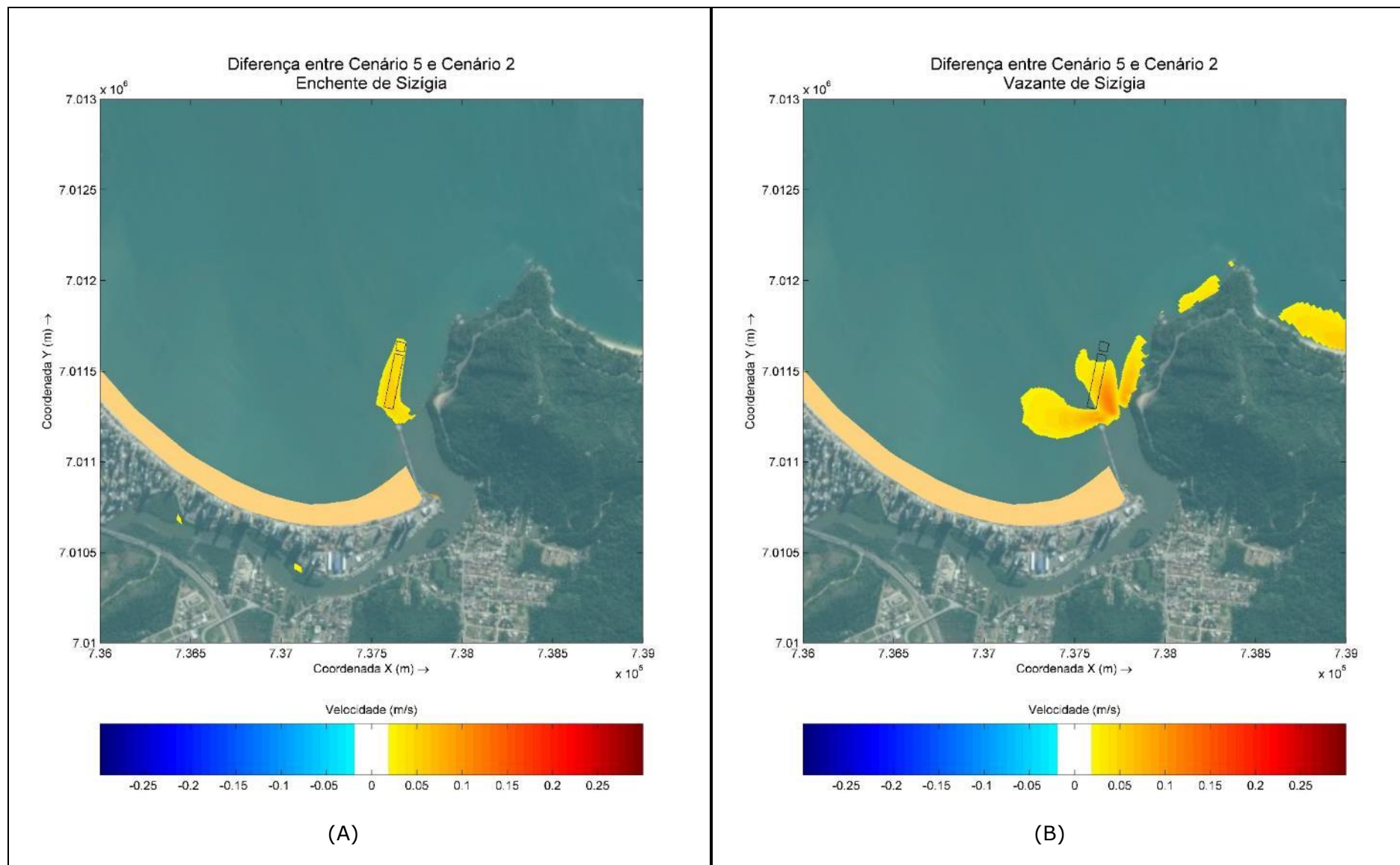


Figura 359. Diferença das velocidades de corrente entre o *Cenário 05* e *Cenário 02* na enchente (A) e vazante (B) da maré de sizigia.

9.1.10.2.1.4.2. Ondas

A diferença entre os resultados para os quatro casos de ondas entre o *Cenário 05* e o *Cenário 02* estão apresentados na Figura 360. Em todos os quatro casos as alterações causadas pela implantação do BC Port se dão unicamente na porção sul da Praia Central, assim como ocorreu para as comparações entre os cenários anteriores.

As maiores alterações na altura significativa (H_s) das ondas ocorrem no caso 1 (Figura 360A), com direção leste-nordeste (ENE), onde se observa uma redução na H_s de até 1 metro na área ao entorno do empreendimento até a praia e um aumento na H_s na ordem de 0,2 metros nas laterais da região onde ocorre a redução. Porém, diferente dos cenários anteriores, pelo fato da Praia Central possuir uma faixa de areia mais extensa no *Cenário 05*, esse aumento na altura significativa chega próximo à praia. Em um ponto isolado ocorre um aumento na altura significativa da onda de até 0,8 metros, porém, é uma pequena região e este aumento reduz em direção à praia.

O caso 4 (Figura 360D), direção de onda SSE, apresenta o menor impacto do empreendimento, com uma redução na ordem de 0,2 metros na H_s na região a oeste do BC Port, assim como ocorreu nos comparativos com os cenários 03 e 04.

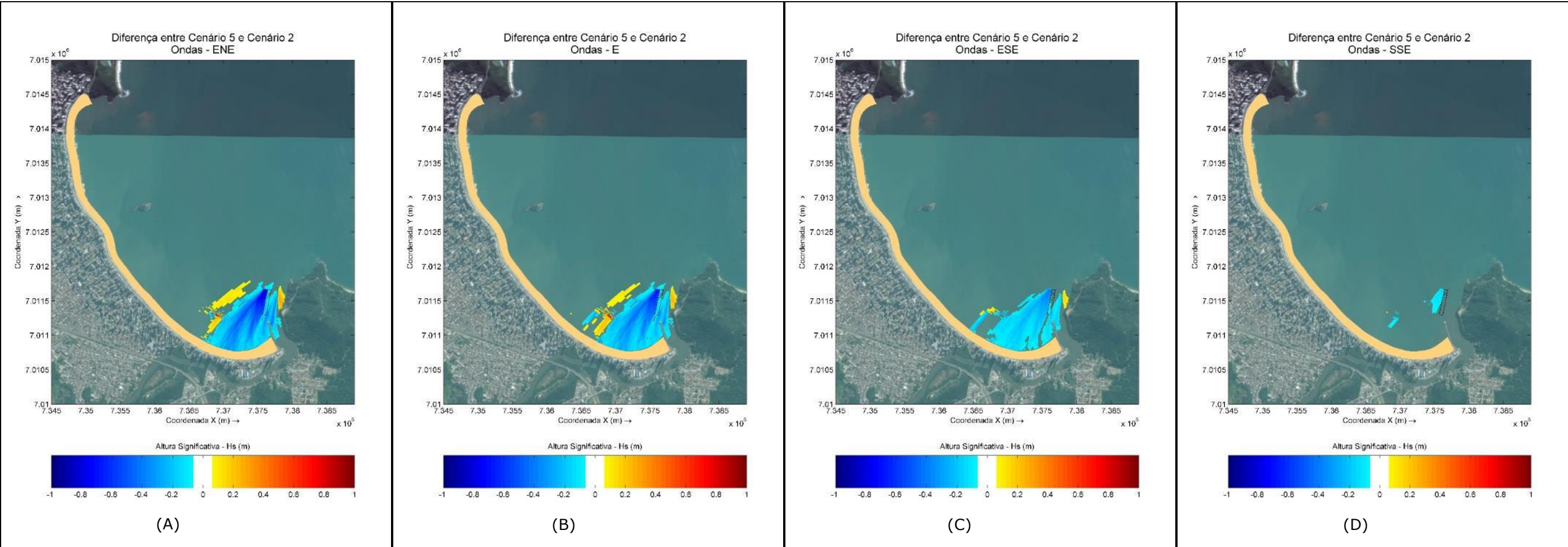


Figura 360. Diferença entre os resultados de ondas para as direções ENE (A), E (B), ESE (C) e SSE (D) entre o Cenário 05 e Cenário 02.

9.1.10.2.1.4.3. Variação Morfológica

Da mesma forma como observado nos resultados anteriores, a variação morfológica de curto e longo prazo (Figura 361) para os cenários 05 e 02 não apresentaram variações, com exceção da costa do promontório a leste do BC Port, onde se observa uma leve alteração de velocidade de corrente na vazante de sizígia (Figura 359B) na ordem de 0,05 m/s.

Na porção de praia próxima ao molhe do rio Camboriú, onde se verifica uma redistribuição do sedimento da praia, com pontos de erosão seguidos de pontos de deposição, onde ocorre uma variação na altura significativa das ondas, principalmente de ENE e E, como observado na Figura 360. A diferença entre os resultados de variação morfológica, tanto para 6 meses quanto para 1 ano, são de no máximo 0,25 metros.

Verifica-se que tanto para 6 meses quanto para 1 ano de simulação não ocorre diferença na variação morfológica entre os cenários 05 e 02 na área do BC Port, seus berços e canal de acesso, mesmo com um navio atracado em seu berço esquerdo durante todo o período simulado para o *Cenário 05*.

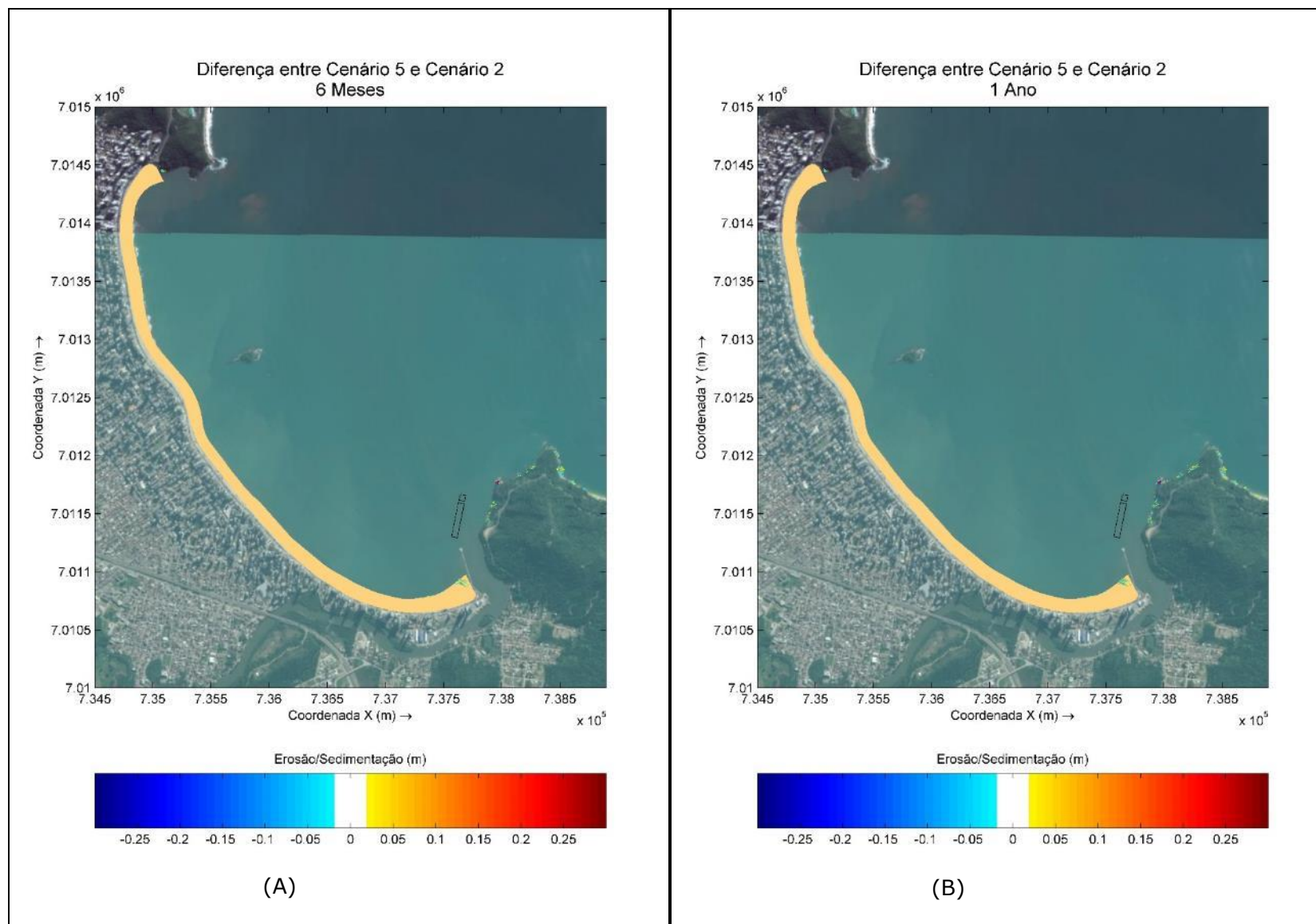


Figura 361. Diferença de resultados de variação morfológica de curto (A) e longo (B) período entre o *Cenário 05* e *Cenário 02*.

9.1.10.2.1.5. Diferença entre os Resultados do *Cenário 06* e o *Cenário 02*

Neste capítulo será apresentado a diferença entre os resultados hidrodinâmicos, de ondas e variação morfológica entre o *Cenário 06* e o *Cenário 02*. O *Cenário 06* foi simulado com engordamento na Praia Central, com o BC Port instalado, com áreas do berço e canal de acesso dragados para 10 metros e com um navio atracado em cada um dos seus berços.

O *Cenário 02*, que servirá como base de comparação neste capítulo, foi simulado com as mesmas condições batimétricas do *Cenário Atual* com acresção de um engordamento praial na Praia Central.

9.1.10.2.1.5.1. Velocidades de Corrente

A Figura 362 apresenta as diferenças nas velocidades de corrente em maré de sizígia enchente e vazante entre os cenários *06* e *02*, pois é nesta maré onde ocorrem as maiores velocidades, e por consequência, as maiores variações da velocidade de corrente.

Durante a enchente de sizígia (Figura 362A) observa-se um aumento na velocidade de corrente de até 0,05 m/s nos berços de atracação do BC Port e entre o empreendimento e o molhe do rio Camboriú. Este pequeno aumento de velocidade se dá por conta de um estrangulamento da passagem de água entre os navios atracados nos berços do empreendimento, uma vez que eles funcionam como uma barreira para água, gerando um leve aumento de velocidade nas correntes na parte interna do empreendimento, o qual é suportado por estacas, permitindo o escoamento da água.

Durante a condição de vazante (Figura 359B) da maré de sizígia observa-se alterações mais significativas quanto à área afetada pela implantação do empreendimento, gerando um aumento na velocidade de corrente de até 0,1 m/s na desembocadura do rio Camboriú e aumento inferior a 0,05 m/s na Praia de Laranjeiras, da mesma forma que ocorreu no comparativo entre os cenários *05* e *02*.

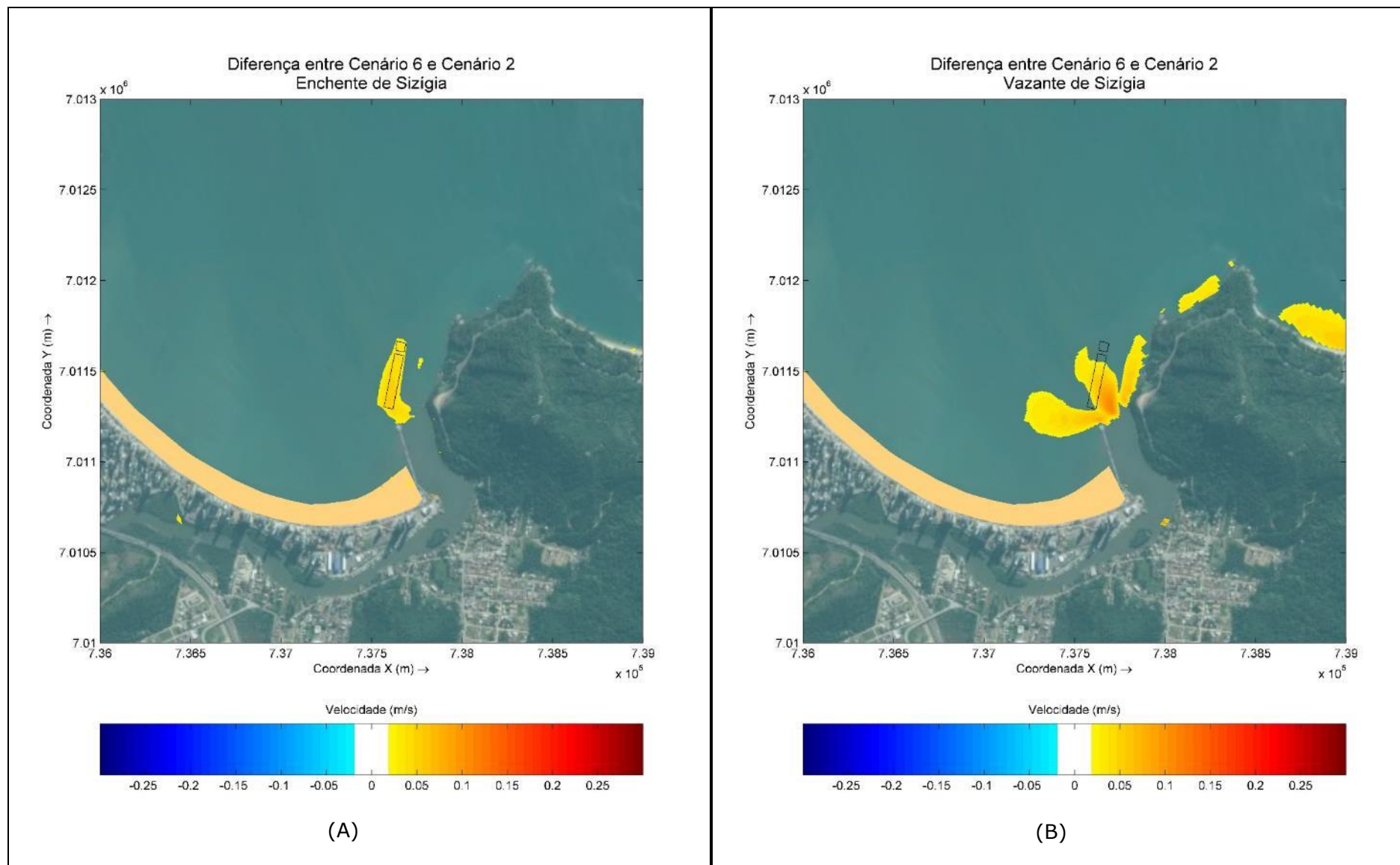


Figura 362. Diferença das velocidades de corrente entre o *Cenário 06* e *Cenário 02* na enchente (A) e vazante (B) da maré de sizigia.

9.1.10.2.1.5.2. Ondas

A diferença entre os resultados de para os quatro casos de ondas entre o *Cenário 06* e o *Cenário 02* estão apresentados na Figura 363. Em todos os quatro casos as alterações causadas pela implantação do BC Port se dão unicamente na porção sul da Praia Central, assim como ocorreu para as comparações entre os cenários anteriores.

As maiores alterações na altura significativa (Hs) das ondas ocorreram nos casos 1 e 2 (Figura 363A e B), com direção leste-nordeste (ENE) e leste (E), onde se observam reduções na Hs de até 1 metro na área ao entorno do empreendimento até a praia.

O caso 4 (Figura 363D), direção de onda SSE, apresenta o menor impacto do empreendimento, com uma redução na ordem de 0,2 metros na Hs na região a oeste do BC Port, assim como ocorreu nos comparativos com os cenários anteriores.

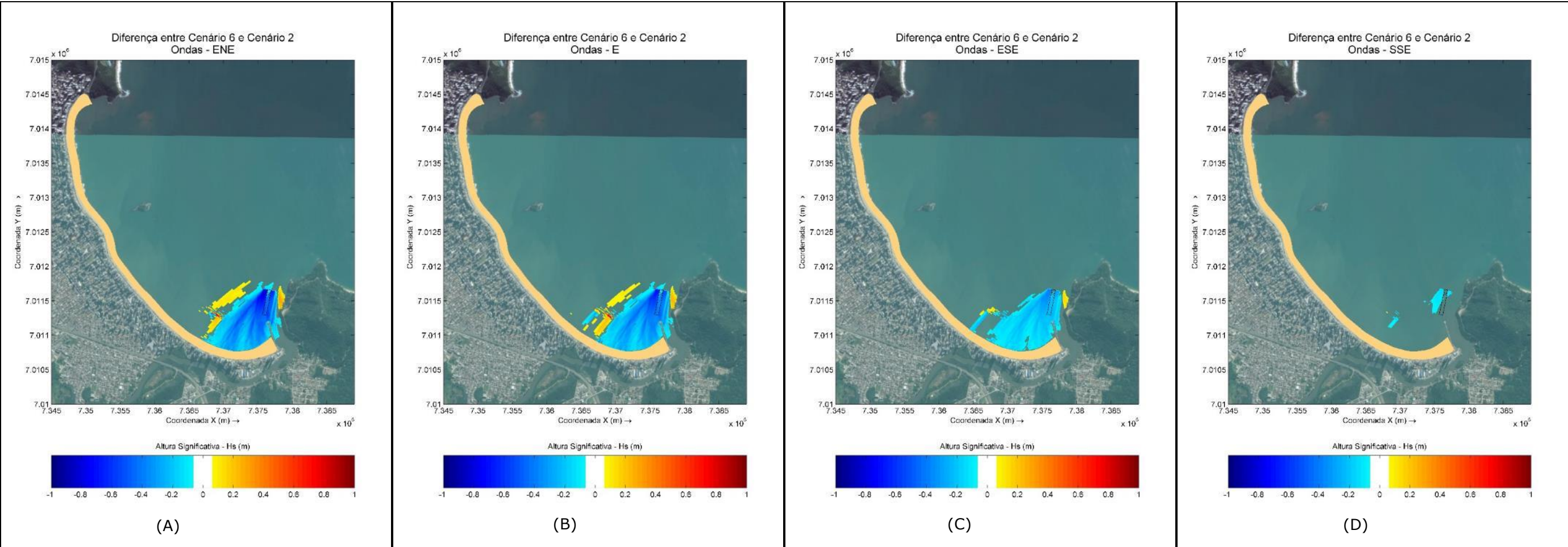


Figura 363. Diferença entre os resultados de ondas para as direções ENE (A), E (B), ESE (C) e SSE (D) entre o Cenário 06 e Cenário 02.

9.1.10.2.1.5.3. Variação Morfológica

Da mesma forma como observado nos resultados anteriores, os resultados de variação morfológica de curto e longo prazo (Figura 364) para os cenários 06 e 02 não foram observadas variações, com exceção da costa do promontório a leste do BC Port, mesma região onde se observa uma leve alteração de velocidade de corrente na vazante de sizígia (Figura 362B), na ordem de 0,05 m/s.

Na porção de praia próxima ao molhe do rio Camboriú, onde se verifica uma redistribuição do sedimento da praia, com pontos de erosão seguidos de pontos de deposição, onde se verifica uma variação na altura significativa das ondas, principalmente de ENE e E, como observado na Figura 363. A diferença entre os resultados de variação morfológica, tanto para 6 meses quanto para 1 ano, são de no máximo 0,25 metros.

Verifica-se que tanto para 6 meses quanto para 1 ano de simulação não ocorre diferença na variação morfológica entre os cenários 06 e 02 na área do BC Port, seus berços e canal de acesso, mesmo com um navio atracado em cada um de seus berços durante todo o período simulado para o *Cenário 06*.

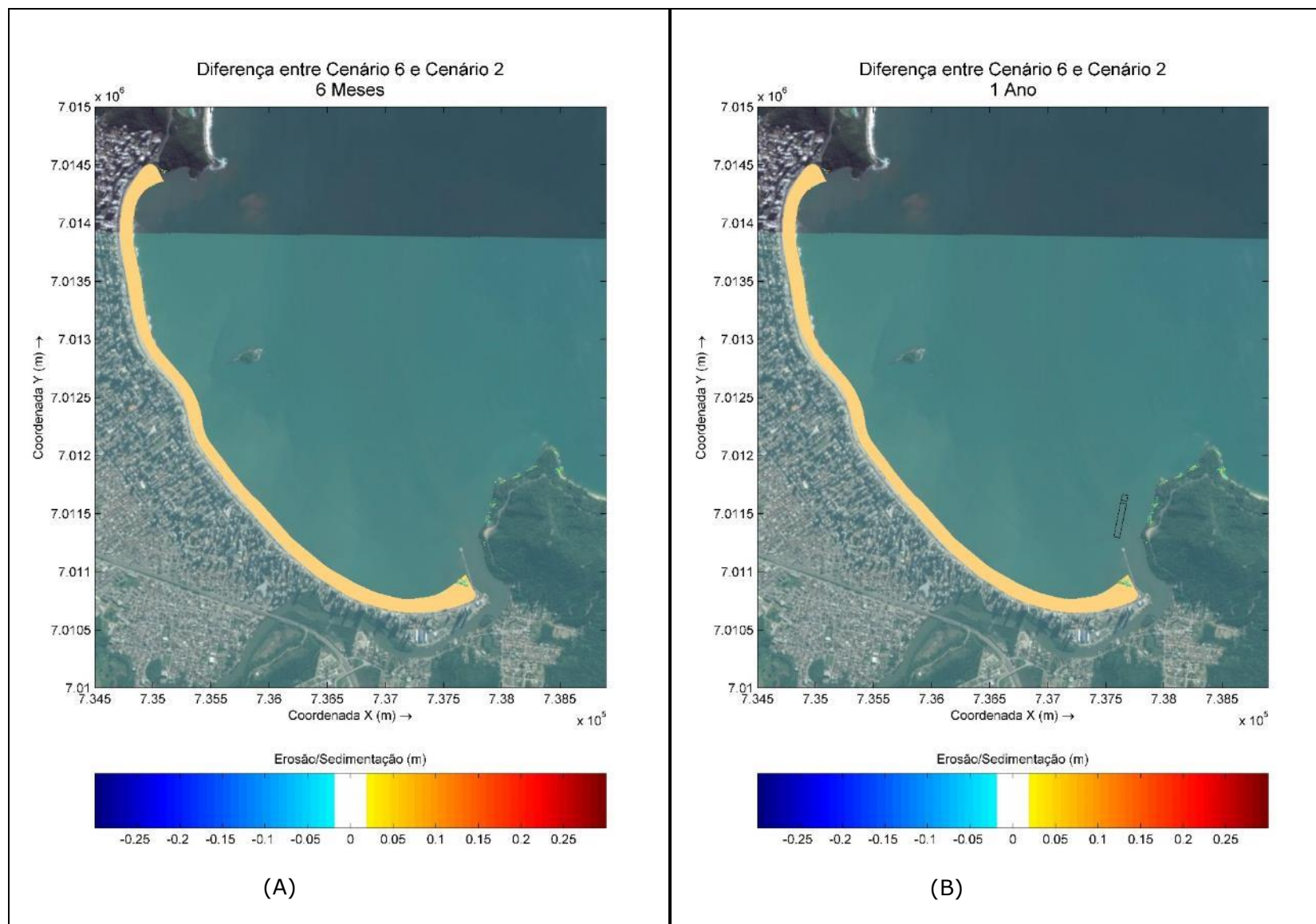


Figura 364. Diferença de resultados de variação morfológica de curto (A) e longo (B) período entre o *Cenário 06* e *Cenário 02*.

9.1.10.2.2. Modelo da Dispersão da Pluma de Sedimentos

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.

9.1.10.2.2.1. 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 365 e na Figura 366.

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 365).

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 366).

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 ressuspensionado durante o processo de dragagem não alcançou a superfície da água, sendo exclusivamente transportado pelo fundo.

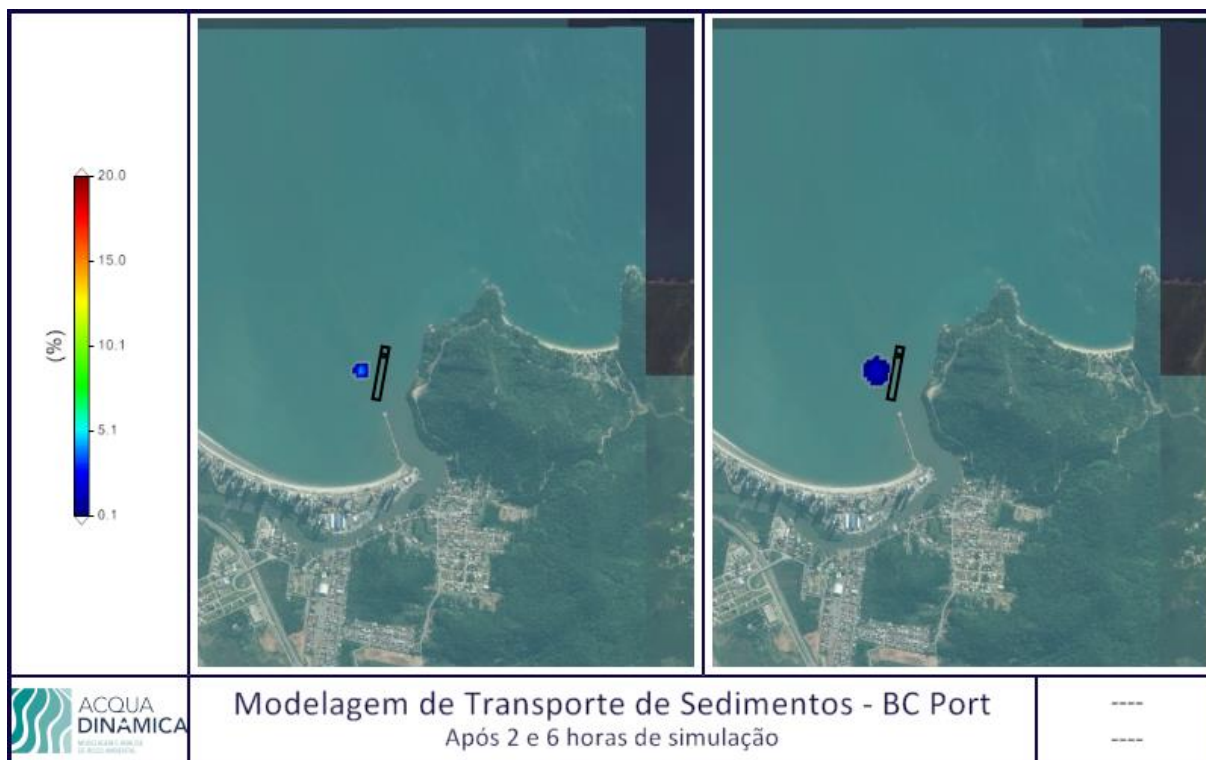


Figura 365. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.

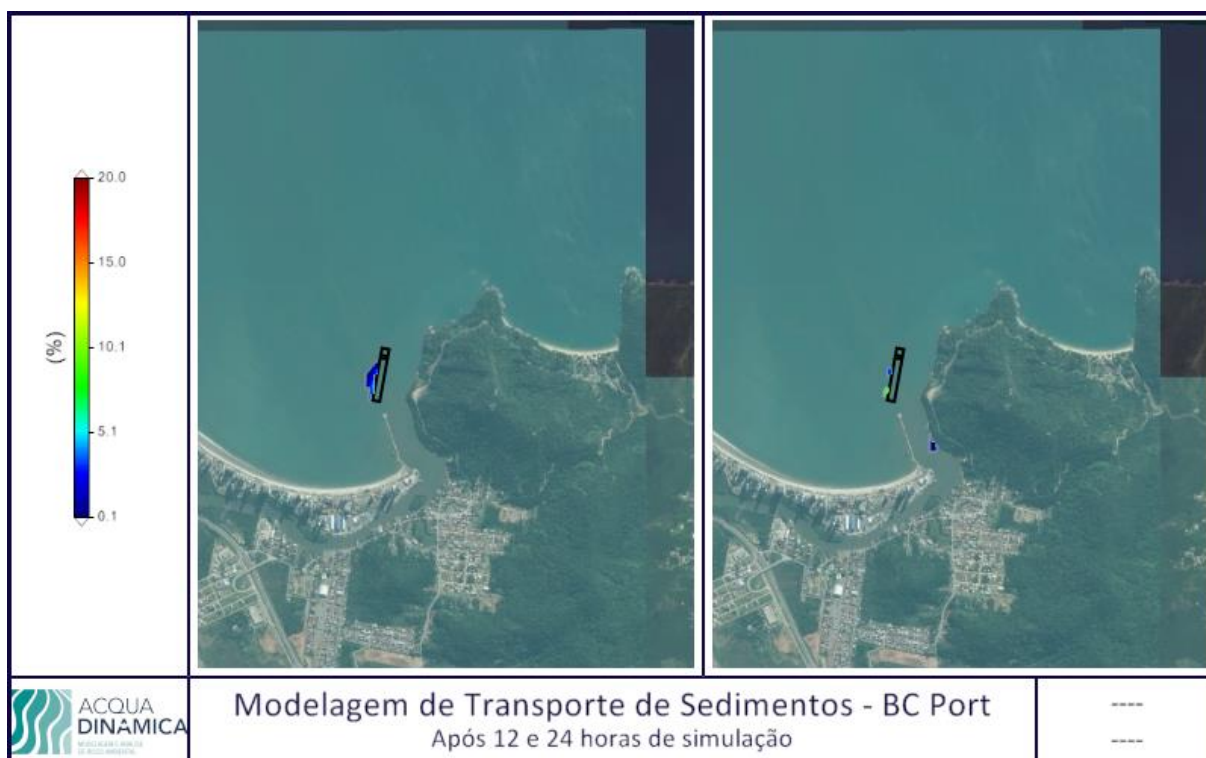


Figura 366. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação esquerdo do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.

9.1.10.2.2.2. 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 367, na Figura 368 e na Figura 369. 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 367) 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 368) do início da simulação a pluma de sedimento encontra-se concentrado junto ao cais do BC Port, mas deslocando-se para o norte. A pluma segue deslocando-se para o norte após 48 e 62 horas de simulação (Figura 369), 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 ressuspendido durante o processo de dragagem foi transportado junto ao fundo, não alcançando a superfície da água.

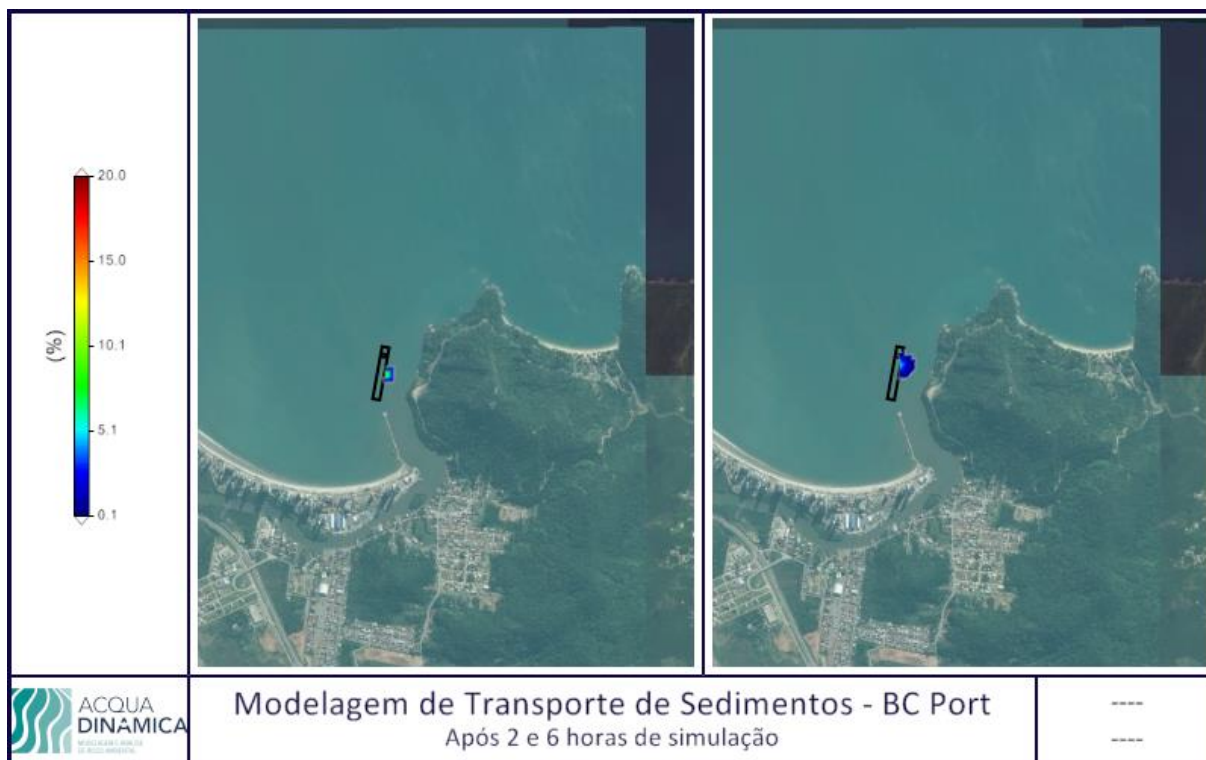


Figura 367. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 2 e 6 horas de simulação.

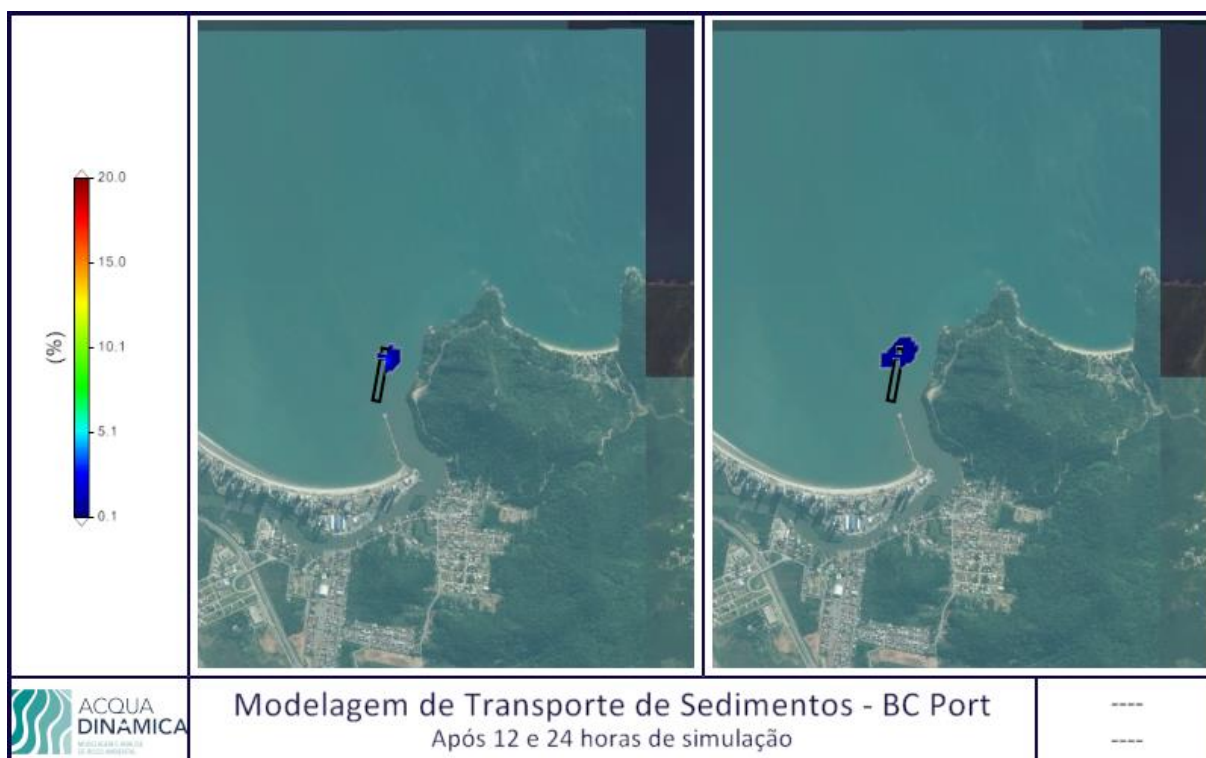


Figura 368. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 12 e 24 horas de simulação.

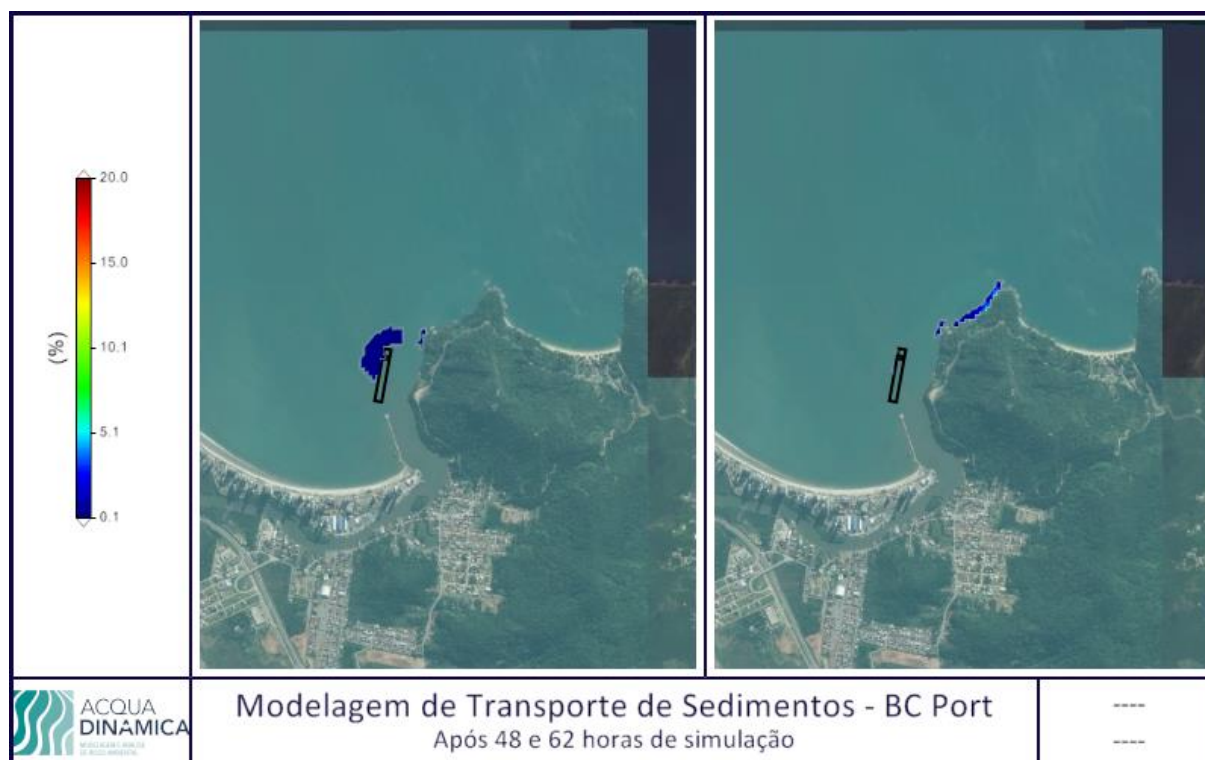


Figura 369. Resultado do transporte de sedimento em percentual do volume de 250 m³ suspenso pela dragagem do berço de atracação direito do BC Port após 48 e 62 horas de simulação.

9.1.10.2.3. Simulações de Manobras de Navios

O estudo de simulações em questão foi conduzido nas dependências do Centro de Simulações Marítimas AcquaSIM, da Acquadinâmica, em julho de 2016, e contou com a presença dos Comandantes Valdecílio Pinheiro Linhares, André Guimarães Rodriguez e Ricardo Alex Dal Bo.

As simulações foram efetuadas com alto rigor técnico e com pleno controle do processo, buscando-se um critério único para se controlar o navio, com uma constante avaliação externa baseada em regras consagradas internacionalmente em todos os experimentos.

Todos os cenários simulados foram salvos na forma de “*tracks*” sobre a carta náutica digital e a navegação do navio gravada e transformada em vídeo. Posteriormente, cada etapa registrada foi avaliada em detalhes pelo Comandante Pinheiro e descrita de forma minuciosa para compor a avaliação de cada cenário simulado. Entretanto, para uma leitura sintética, a Tabela 50 traz um condensado resumido da descrição das avaliações dos 12 (doze) cenários simulados.

Tabela 50. Resumo da descrição das avaliações dos 12 (doze) cenários simulados.

Cenário	Descrição resumida das avaliações dos cenários simulados
1	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação direta no berço interno do terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>São observadas boas folgas de navegação ao longo da derrota, o traçado na curva com o abatimento controlado, a passagem safe pela bacia de manobras e a entrada no berço em segurança. Destaca-se que não foi necessário o emprego de rebocadores na manobra e os recursos orgânicos do navio foram pouco exigidos.</p>
2	<p>É realizada uma manobra de saída do berço interno do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto do canal de acesso, da bacia de evolução e dos berços.</p> <p>Durante esta simulação, evidencia-se a saída do cais sem auxílio externo e com excelente governo para ré na área do berço, o giro rápido e seguro na bacia de evolução e a navegação na curva e no tramo inicial do canal de acesso realizada de forma tranquila.</p>
3	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação por bombordo no berço interno terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>O navio entra no canal de acesso mantendo-se no centro do canal e executa a curva para a esquerda com auxílio do vento. O abatimento é controlado com pouco uso de leme e o giro é feito no quadrante SE da bacia de evolução, por onde entra o vento, e a entrada no canal do berço é perfeitamente conduzida. O vento vai reduzindo na medida em que se aproxima do terminal e com uma partida de máquinas Atrás o navio chega ao local de atracação em segurança sem que seja necessário o emprego de rebocadores.</p>
4	<p>É realizada uma manobra de saída do berço interno do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto do canal de acesso, da bacia de evolução e dos berços.</p> <p>Durante a simulação do cenário 4, o navio navegou sem óbices por todo o tempo, com uma desatracação tranquila e com poucos recursos de máquinas empregado. Os auxílios externos para desatracar foram desnecessários.</p>
5	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação por bombordo no berço interno do terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>A manobra foi conduzida sem qualquer percalço, onde o navio foi mantido no eixo do canal, conduziu o giro no quadrante adequado na bacia de evolução e fez uma</p>

Cenário	Descrição resumida das avaliações dos cenários simulados
	entrada segura com pouco emprego das máquinas do navio e sem auxílio externo.
6	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação por bombordo no berço interno do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>A manobra inicia com a entrada no canal buscando-se o tramo com maior folga devido ao vento, uma curva bem executada que finaliza com um giro no setor de barlavento da bacia de evolução e uma subsequente entrada no berço em segurança sem necessidade de qualquer auxílio externo.</p>
7	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação direta no berço externo do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>Durante a simulação observou-se a derrota conduzida no canal e na bacia de evolução no tramo de barlavento, com uma entrada controlada na área de berço resultando numa atracação satisfatória e sem riscos.</p>
8	<p>É realizada uma manobra de saída do berço externo do terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto do canal de acesso, da bacia de evolução e dos berços.</p> <p>Saída de popa em manobra com pouco uso de máquinas e sem auxílio externo, seguido de um giro rápido e seguro na bacia de evolução e uma saída bem comportada do navio no canal de acesso ao terminal.</p>
9	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação por boreste no berço externo do terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços.</p> <p>Entrada no canal ocupando-se o tramo com maior folga devido ao vento numa curva bem executada que finaliza com um giro no setor de barlavento da bacia de evolução e uma posterior entrada no berço em plena segurança sem a necessidade de qualquer auxílio externo.</p>
10	<p>É realizada uma manobra de saída do berço externo do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto do canal de acesso, da bacia de evolução e dos berços.</p> <p>Manobra com a desatracação em segurança, passagem pela bacia de evolução com a conseguinte execução da curva e a navegação segura no canal de acesso.</p>
11	<p>É realizada uma manobra de entrada para atracação por boreste no berço externo do terminal em regime de maré vazante, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e</p>

Cenário	Descrição resumida das avaliações dos cenários simulados
	berços. Manobra de entrada no canal buscando-se o tramo direito, com maior folga devido ao vento, uma curva bem executada focada num giro no setor de barlavento da bacia de evolução e uma subsequente entrada no berço em segurança sem necessidade de qualquer auxílio externo.
12	É realizada uma manobra de entrada para atracação por boreste no berço externo do terminal em regime de maré enchente, com um Navio de Cruzeiro (261m x 32,2m x 8,3m) e o propósito de avaliar o projeto de canal de acesso, bacia de evolução e berços. Entrada no canal buscando-se o tramo a barlavento, uma curva bem executada que finaliza com um giro rápido na bacia de evolução conduzido no centro do navio e uma subsequente entrada no berço em segurança sem necessidade de qualquer auxílio externo.

Após a análise dos 12 (doze) cenários simulados foi possível observar que o projeto do canal, da bacia de evolução, do canal dos berços e dos berços de atracação possuem uma perfeita adequabilidade, com as manobras apresentando um baixo grau de dificuldade para sua execução e uma alta aceitabilidade em função do baixo risco e da segurança com que estas foram conduzidas. Uma síntese da avaliação das manobras simuladas, por trecho da hidrovia proposta, compõe a Tabela 51, a qual compreende os pontos principais e fundamentais da navegação executada.

Tabela 51. Síntese da avaliação das manobras simuladas.

Lista de cenários simulados									Grau de Dificuldade				Aceitabilidade
Cenário	Berço	Manobra	Orientação para a praia no Berço	Vento		Maré	Onda	Tempo de Manobra(min)	Tramo Inicial do Canal de Acesso	Execução da curva	Giro na Bacia de Evolução	Manobra no Berço	
				Intensidade	Direção								
1	Interno	Entrada	Proa	15 nós	NE	Vazante	-	33	Baixo	Baixo		Baixo	Alta
2	Interno	Saída	Proa	20 nós	SE	Enchente	-	50	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
3	Interno	Entrada	Popa	20 nós	SE	Vazante	-	50	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
4	Interno	Saída	Popa	20 nós	SE	Vazante	-	28	Baixo	Baixo		Baixo	Alta
5	Interno	Entrada	Popa	15 nós	NE	Vazante	NE 1m	54	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
6	Interno	Entrada	Popa	20 nós	SE	Enchente	NE 1m	46	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
7	Externo	Entrada	Proa	20 nós	SE	Enchente	-	37	Baixo	Baixo		Baixo	Alta
8	Externo	Saída	Proa	15 nós	NE	Vazante	-	37	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
9	Externo	Entrada	Popa	20 nós	SE	Vazante	-	48	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
10	Externo	Saída	Popa	20 nós	SE	Vazante	-	26	Baixo	Baixo		Baixo	Alta
11	Externo	Entrada	Popa	15 nós	NE	Vazante	NE 1m	56	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
12	Externo	Entrada	Popa	20 nós	SE	Enchente	NE 1m	45	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Alta
Grau de Dificuldade		Aceitabilidade		O conceito de Grau de Dificuldade é subjetivo, assim como o de Aceitabilidade. Este último também possui um grau relativo entre cada cenário avaliado na simulação e está ligada a probabilidade de sucesso da manobra submetido a um conjunto de ponderações atinentes ao cenário proposto. O sucesso obtido na simulação não garante o sucesso no ambiente fora do simulado, mas assegura que qualquer inexecutabilidade identificada no processo pode ser extrapolada para o mundo real, orientando assim todos os atores envolvidos nas fases seguintes do processo decisório.									
Baixo		Baixa											
Moderado		Moderada											
Alto		Alta											
Muito Alto													

9.1.10.3. Considerações Finais

9.1.10.3.1. Modelos Hidrodinâmico e Morfológico

O modelo foi executado para seis cenários, com o objetivo de se avaliar os potenciais impactos gerados pelo empreendimento sobre a hidrodinâmica, na propagação de ondas, e também, nas mudanças morfológicas de fundo.

Para possibilitar uma eficiente avaliação dos potenciais impactos da instalação do BC Port sobre as correntes de maré e ondas, e consequentes modificações morfológicas, foi realizada uma simulação por um período de 15 dias, visando cobrir um ciclo completo de maré de sizígia e de quadratura. Entretanto, para a caracterização da variação morfológica na área de estudo, foi realizada a análise de curto período para 6 meses e de longo período, para 1 ano.

Para o *Cenário Atual* as velocidades de enchente e vazante em quadratura, obtidas através de modelagem, foram da ordem de 0,15 m/s para toda a área modelada, atingindo um máximo de 0,7 m/s na desembocadura do rio Camboriú durante o pico da maré vazante de sizígia. Em todas as comparações realizadas, tanto entre os cenários 03 e 04 com o *Cenário Atual*, quanto dos cenários 05 e 06 com o *Cenário 02*, foram observadas pequenas variações de velocidade de corrente apenas na região em torno do BC Port, na ordem de 0,05 m/s e alcançando um máximo de 0,075 m/s, demonstrando que a instalação do BC Port causará pouca variação nas correntes devido a região de instalação apresentar naturalmente baixas velocidades de corrente.

Em relação à modelagem de ondas, para o *Cenário Atual* a simulação de quatro casos extremos de ondas (ENE, E, ESSE e SSE) da região costeira até a Praia Central foi realizada a partir de dados obtidos extraídos do modelo global WW3, descritos anteriormente no capítulo de metodologia.

Observa-se a partir da comparação dos resultados, que todos os casos de onda simulados apresentaram variação na altura significativa (H_s) de onda na região sul da Praia Central, com variação de até 1 metro nos casos de ondas 1 (ENE) e 2 (E). Essa variação na altura significativa causou uma variação morfológica inferior a 0,15 metros na região sul da Praia Central nos cenários 05 e 06, no qual o sedimento da praia foi redistribuído, sendo erodido em alguns pontos próximos ao molhe do rio Camboriú e depositado logo ao lado. Salienta-se que estas alterações estão restritas ao sul da enseada de Camboriú, não tendo sido observadas alterações para o restante da Praia Central de Balneário Camboriú.

Para se avaliar os potenciais impactos da instalação das estruturas de mar do BC Port, o modelo morfodinâmico foi executado para curto (6 meses) e longo período (1 ano). Os resultados obtidos nas simulações do cenário futuro foram comparados com o cenário atual, para indicar os possíveis impactos morfológicos influenciados por este projeto de ampliação. A análise dos impactos sobre a morfologia analisando a instalação do BC Port em comparação com o *Cenário Atual* e *Cenário 02*, considerando a Praia Central sem e com engordamento respectivamente, demonstraram pequenas variações, de ordem inferior a 0,25 metros para todos os cenários estudados.

A partir dos resultados das simulações é possível observar que os processos erosivos e deposicionais estão em acordo com as variações de velocidade de corrente observadas nas simulações, bem como as condições das ondas na região do BC Port.

Importante salientar que todas as modelagens foram executadas considerando um ou os dois berços com navios atracados durante todo o tempo, sendo este o cenário mais crítico, em se tratando de alterações hidrodinâmicas e morfológicas. No entanto, este cenário crítico não ocorre na prática devido a atracação dos navios somente ocorrerá no período de verão (alta temporada), sendo que durante 8 meses não deverá ocorrer atracação de navios no BC Port, sendo que os impactos sobre a hidrodinâmica e morfologia, deverão ser inferiores aos aqui apresentados.

A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que a instalação do terminal turístico BC Port irá causar pequenas alterações na velocidade de correntes, ondulação e variações morfológicas. No entanto, estas alterações ficam restritas a uma região no sul da enseada Camboriú, não causando desta forma, alterações significativas para outras regiões da Praia Central de Balneário Camboriú.

9.1.10.3.2. Modelo da Dispersão da Pluma de Sedimentos

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.

9.1.10.3.3. Simulações de Manobras de Navios

O propósito primordial do estudo de manobras foi fornecer aos diferentes níveis das autoridades envolvidas nos processos decisórios, um conjunto sustentado de elementos tecnicamente consistentes, baseados numa ferramenta consolidada internacionalmente e recomendada pelo PIANC²² (Congressos da Associação Permanente de Navegação Internacional). Estes elementos são conclusivos e fundamentados pelas premissas advindas das análises dos vídeos das simulações realizadas.

²² PIANC: Permanent International Association Navigation Congress, com tradução "Congressos da Associação Permanente de Navegação Internacional".

As simulações foram efetuadas com alto rigor técnico e com pleno controle do processo, buscando-se um critério único para se controlar o navio, com uma constante avaliação externa baseado em regras consagradas internacionalmente em todos os experimentos.

Na condução das análises dos vídeos constatou-se que as manobras feitas no simulador, em todos os cenários, foram conduzidas com no máximo 15° de leme dos 45° disponíveis para pleno emprego. Somente 1 (um) dos 3 (três) *thrusters* disponíveis na proa e na popa foram empregados de um total de 6 (seis), ou seja, quando ambos foram empregados com toda a força só se estava usando 1/3 da força lateral disponível no navio. Do mesmo modo, as máquinas foram usadas com intensidade máxima até “Devagar Adiante” e só se comandou “Meia Força Adiante” ou “Atrás” quando o navio se dirigia ou se encontrava em águas plenamente safas (seguras, livres de obstáculos). Categoricamente, afirma-se que existe uma significativa reserva de manobra em cenários reais ou mesmo emergenciais.

Após a análise dos 12 (doze) cenários simulados foi possível concluir que o projeto do canal, da bacia de evolução, do canal do berço e dos berços de atracação possuem uma perfeita adequabilidade, com as manobras apresentando um baixo grau de dificuldade para sua execução e uma alta aceitabilidade em função do baixo risco e da alta segurança com que estas foram conduzidas.

Foi possível diagnosticar que as folgas dadas no cálculo do projeto foram identificadas e avaliadas como sendo oportunas, embora não tenha sido necessário se fazer uso das mesmas. O traçado na curva com o abatimento controlado, a passagem ou giro pela bacia de manobras e a entrada no berço sempre foram feitos em segurança.

Durante todo o tramo retilíneo do Canal de Acesso o navio governa com a Ilha das Cabras pela proa, permitindo que se navegue em segurança por radar em caso de baixa visibilidade. Outra característica importante é que o terminal já é descortinado no visual na entrada do canal e assim permanece durante toda a navegação desde que haja visibilidade para tal.

Ressalta-se que não foi necessário o emprego de rebocadores nas manobras de atracação, desatracação, aproximação ao berço e no giro na bacia de evolução. Destaca-se novamente que, mesmo sem auxílio externo, os recursos orgânicos do navio foram pouco exigidos como mencionados anteriormente. O governo para ré tanto na entrada para os berços como na saída destes foi feito sem percalços, empregando-se um dos *bow*

thrusters (hélices de proa) para controlar primordialmente o navio fazendo o papel de leme.

Como pode ser visto na Tabela 52, este tipo de navio é bastante sensível ao vento, sendo esta a principal condicionante ambiental que se busca controlar nas manobras em águas restritas. Entretanto, as simulações denotaram que o navio simulado mostrou-se bem comportado a despeito dos ventos reinantes tanto do quadrante NE (15 nós) como do SE (20 nós).

Tabela 52. Área vélica dos navios "Gold Sapphire" e "Oasis of the Seas".

	Gold Sapphire	Oasis of the Seas
ÁREA VÉLICA FRONTAL (m ²)	1.573	3.050
ÁREA VÉLICA LATERAL (m ²)	13.008	15.290

A configuração do canal explora a característica do vento reinante e permite usar esta forçante para auxiliar a manobra de execução da curva assim como no giro na bacia de evolução. Na manobra de entrada para o terminal o navio vai aproando o vento e este auxiliando o giro do navio anti-horário, muito embora o giro no sentido horário seja geometricamente menor. O vento incidindo na proa também auxilia na redução da velocidade do navio. Já na manobra de saída, que necessita giro para aproar o canal de acesso, embora possa parecer geometricamente que o giro deva ser conduzido no sentido anti-horário, o vento auxiliará a manobra de girar na bacia se for feito no sentido inverso. Ressalta-se que esta característica do giro reside para qualquer dos regimes de vento simulados. Em resumo, a tendência do navio entrando com vento NE ou SE o giro na bacia é anti-horário e saindo de popa com vento NE ou SE o giro é horário.

Uma outra característica fisiográfica da posição do terminal é que, para os ventos mais fortes do quadrante Sul, este encontra-se abrigado em uma zona de sombra formada pelo Morro da Aguada, tendo como consequência um perfeito controle do navio sem auxílios externos. A manobra de entrada de ré sempre permitiu um pleno controle do navio independente do berço e das condições de vento reinantes. Tem-se, no decorrer da manobra, sempre disponível a opção de um escape pela proa em caso de risco iminente. Em caso de falhas operacionais do navio, o ferro (elemento de parada em emergência sempre pronto a largar) poderia ser empregado imediatamente garantindo a segurança do navio e do terminal.

Uma outra característica identificada nas simulações é que as máquinas são mantidas sem que seja necessário um número de partidas em demasia (que despende do ar de

partida que é finito), fato este que, do ponto de vista da segurança da manobra, seria sempre desejável. Tanto a entrada de proa com saída de ré e vice-versa são equivalentes em termos de tempo de manobra. Nenhum dos berços se mostrou com algum caráter que denote inexecutabilidade. Assim sendo, o terminal possui um alto grau de flexibilidade para a atracação em ambos berços por qualquer bordo e poderá ser definida em função de condicionantes da cena de ação.

Um outro aspecto que vale ser mencionado é que quanto maior a FAQ (Folga Abaixo da Quilha) mais o navio sente o vento, ou seja, devido a característica intrínseca dos Navios de Cruzeiro com grande área vélica o ideal é que não se tenha profundidade em demasia sob a quilha nos momentos de manobra restrita com baixa velocidade.

Deixa-se registrado que este estudo não se encerra em si mesmo, ficando estabelecida a hipótese de que sejam oportunamente conduzidos novos estudos para que possam ser determinados no futuro os limites operacionais, regras para as manobras, avaliação do projeto do sistema de sinalização náutica, possíveis riscos operacionais e medidas mitigatórias para minimizar os riscos para as operações atreladas a Instalação Portuária de Turismo - IPTur BC Port.

9.1.11. Modelagem Numérica de Dispersão de Sedimentos e de Propagação de Ondas para as Áreas de Bota-Fora do Material Dragado no Complexo Portuário do Rio Itajaí

9.1.11.1. Introdução

Atualmente, duas áreas de bota-fora estão sendo utilizadas como área de despejo dos sedimentos dragados no canal de acesso, áreas de berço e bacia de evolução do Complexo Portuário, uma em frente à praia de Navegantes, ao norte do canal de acesso externo, e outra em frente à praia Brava, ao sul do canal de acesso externo (Figura 370). Devido à existência de conflitos quanto ao uso dessas áreas, a FATMA solicitou a realização de mais estudos para avaliar de forma mais ampla os impactos de sua utilização, bem como, também, se verificar a possibilidade de utilização de novas áreas de descarte.

O volume a ser dragado no canal aquaviário do BC Port é de **738.863,00 m³**, sendo 639.582,00 m³ de dragagem na cota -10,50 metros (DHN) e 99.281,00 m³ de sobredragagem de 0,50 metros. Para o descarte destes sedimentos, propõe-se a

utilização de uma das áreas de despejo (bota-fora) já utilizadas pelo Complexo Portuário de Itajaí, localizada na região costeira distante cerca de 5,5 quilômetros da área do terminal no sentido norte. Este local de despejo tem uma área de aproximadamente 3.035 km², estando o seu ponto central localizado na latitude 26°56'35.66" S e longitude 48°35'29.30" W (Figura 79).

Nesse contexto, o presente estudo de modelagem teve como objetivo avaliar o possível impacto da utilização do bota-fora proposto, bem como de outras alternativas, sobre as ondas costeiras e a dispersão da pluma de sedimentos na região costeira dos municípios de Itajaí e Navegantes, bem como, também, verificar se existe diferenças dos potenciais impactos sobre a hidrodinâmica e dispersão de sedimentos, entre distintas áreas de despejo (bota-fora).

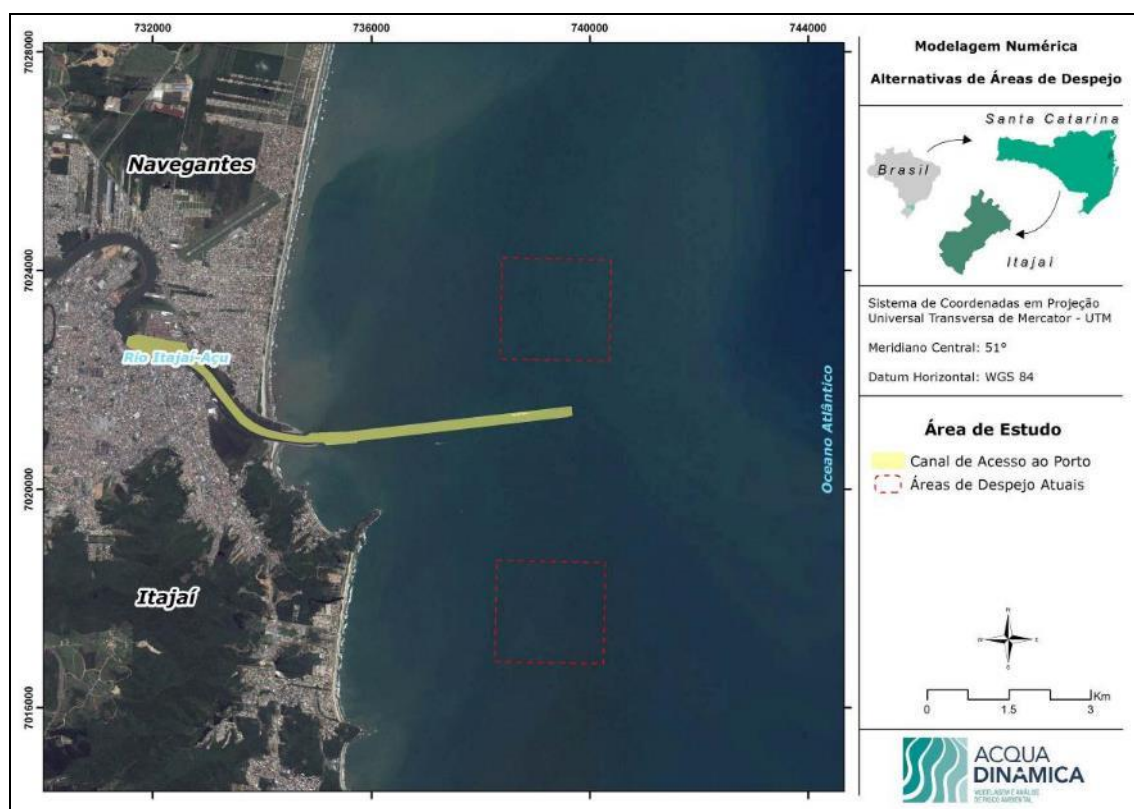


Figura 370. Localização da área de estudo. Áreas de bota-foras atuais e do canal de acesso ao Complexo Portuário do rio Itajaí (área de dragagem dos sedimentos a serem descartados).

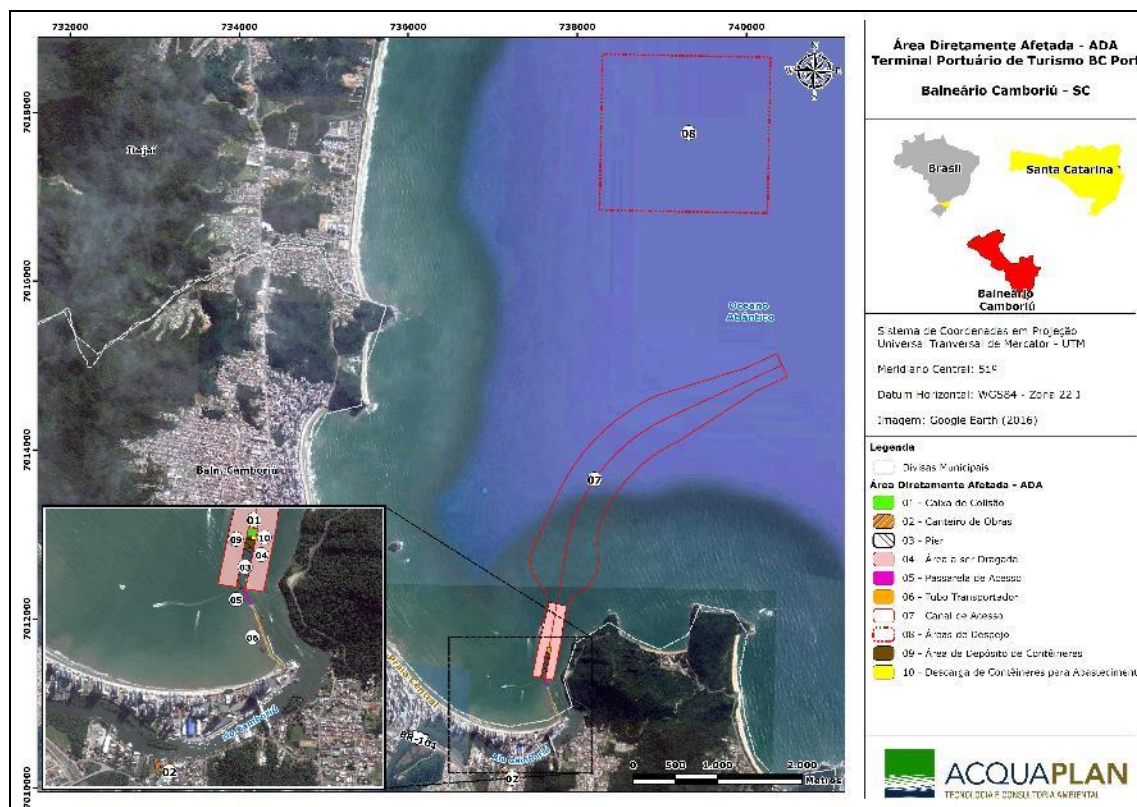


Figura 371. Área proposta para o descarte dos sedimentos a serem dragados nas obras de implantação do Terminal BC Port.

9.1.11.2. Alternativas de Áreas de Despejo

Foram avaliadas quatro novas áreas para a instalação do bota-fora, as quais estão ilustradas na Figura 372. Tais áreas foram avaliadas e selecionadas de acordo com uma análise integrada de fatores, como a profundidade local, distância da costa e composição sedimentar.

Para atingir o referido objetivo foi desenvolvido um estudo de modelagem numérica de propagação de ondas e dispersão da pluma de sedimentos para a área de estudo utilizando o pacote de módulos do software Delft3D, que se constitui no que há de mais moderno para a realização de modelagem numérica ambiental.

O presente estudo considerou a análise das condições morfodinâmicas atuais da região costeira adjacente à foz do rio Itajaí-Açu, bem como uma avaliação das novas condições morfodinâmicas a serem estabelecidas em função da instalação do novo bota-fora proposto, com sua respectiva cota batimétrica a ser assumida com o descarte de sedimentos dragados. Tais análises permitem determinar possíveis mudanças na incidência das ondulações na região costeira dos municípios de Itajaí e Navegantes, assim como também o comportamento da dispersão da pluma de sedimentos causado

pela utilização do novo bota-fora mediante o descarte de sedimentos dragados nas áreas de despejo.

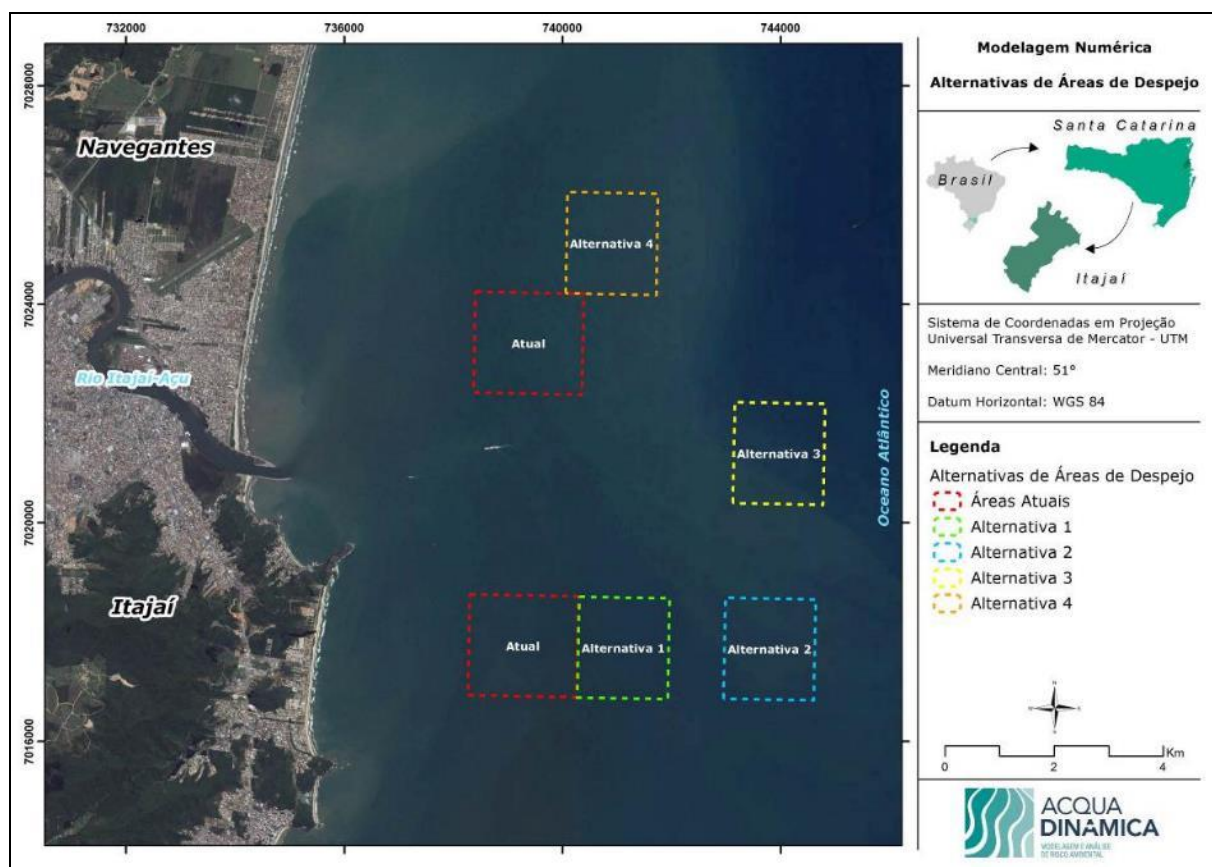


Figura 372. Localização dos bota-fora atuais (em vermelho) e de alternativas propostas para novas áreas de despejo.

9.1.11.3. Metodologia

O modelo numérico **Delft3D**, desenvolvido pela **Deltares**[®], em Delft, Holanda, foi utilizado para a execução deste trabalho. O **Delft3D** constitui-se de um avançado sistema de modelos numéricos 2D/3D (duas e três dimensões) que inclui vários módulos que possibilitam a simulação 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 *open source*, disponível desde janeiro de 2011.

O modelo se baseia nas equações 3D de águas rasas, equações 3D de difusão-advecção para concentrações em suspensão (*suspended transport*) e uma equação separada para transporte de fundo (*bed-load transport*). O modelo é capaz de integrar o

transporte de sedimentos e as alterações do fundo, a cada passo de tempo de cálculo, e é altamente recomendado para o desenvolvimento de estudos em ambientes costeiros. Isso porque ele possibilita o acoplamento direto com o modelo espectral de ondas *SWAN*, calculando também os processos de interação onda-corrente, além de incorporar uma técnica robusta de cálculo de células inundadas e secas (*flood and dry cells*). Vários outros processos, tais como fricção do vento e correntes de densidade, também são incluídos na formulação.

9.1.11.3.1. Modelo Hidrodinâmico: Delft3D-Flow

O módulo hidrodinâmico **Delft3D-Flow** resolve um sistema de equações de águas rasas em modo bidimensional (ou integrado em vertical) e tridimensional. O sistema de equações consiste nas equações horizontais de movimento (*momentum*), na equação de continuidade, equações de transporte para constituintes conservativos, e um modelo de fechamento turbulento. A equação vertical de *momentum* é reduzida à relação de pressão hidrostática, e as acelerações verticais são assumidas como sendo pequenas em relação à aceleração da gravidade. Isso faz com que o *Delft3D-Flow* seja adequado para a predição de fluxos em mares rasos, áreas costeiras, estuários, lagos, rios e lagoas.

Este modelo foi extensivamente calibrado e validado através de experimentos de campo e de laboratório, e é considerado o “estado-da-arte” em modelagem hidrodinâmica.

9.1.11.3.2. Modelo de Propagação de Ondas *Delft3D-Wave* (SWAN)

O módulo de ondas **Delft3D-Wave** pode ser utilizado para simular a evolução de ondas geradas por vento em águas costeiras (estuários, desembocaduras, ilhas-barreiras com planícies de maré, canais, etc). Inserido neste módulo está o modelo **SWAN**, que é baseado na equação de conservação da ação de onda e é totalmente espectral (todas as direções e frequências). Este último significa que pode acomodar um campo de ondas de cristas curtas, randômico, propagando-se simultaneamente a partir de diferentes direções (WL | DELFT HYDRAULICS, 2010).

O modelo calcula os processos de geração de ondas pelo vento, dissipação por “*white-capping*”, fricção com o fundo e quebra da onda induzida pela profundidade, além de interações não-lineares onda-onda (*quadruplets* e *triads*), com equações que representam o “estado-da-arte” em modelagem de ondas. O SWAN tem sido validado e

verificado com sucesso em uma gama de experimentos complexos de campo e laboratório (RIS *et al.*, 1999; WL | DELFT HYDRAULICS, 1999; 2000; 2010).

O modelo numérico *SWAN* foi desenvolvido pela Delft University of Technology e é especificado como padrão em estudos de modelagem de ondas e proteção costeira. Por este motivo, a WL | Delft Hydraulics integrou o modelo *SWAN* no pacote de modelos *Delft3D* (WL | DELFT HYDRAULICS, 2010).

9.1.11.3.3. Módulo SED

O módulo SED simula a carga de leito e a concentração de sedimentos em suspensão sobre a base do campo de fluxo tridimensional (3D) fornecido pelo modelo hidrodinâmico (BRIERE *et al.*, 2010). Deposição e erosão são processos levados em consideração pelas fórmulas do modelo, para o fluxo de mistura entre os sedimentos da coluna de água e de fundo. A tensão de cisalhamento de fundo, utilizada para calcular a taxa de erosão local, depende tanto da velocidade de fluxo, quanto dos parâmetros de onda (WANG *et al.*, 2011).

Este módulo foi utilizado neste projeto para o cálculo da dispersão da pluma de sedimentos ocasionada pelo despejo do material dragado nas áreas de bota-fora analisadas.

9.1.11.3.4. Grades Numéricas e Batimetria

A criação da grade numérica para a execução da modelagem hidrodinâmica, de propagação de ondas e dispersão de sedimentos foi realizada no módulo *RGFGRID* do modelo *Delft3D*. A grade numérica utilizada neste estudo (Figura 373) foi elaborada com configuração curvilinear ortogonal de alta resolução.

Para este estúdio de modelagem foram utilizadas cinco batimetrias distintas, uma que contempla o cenário atual, isto é, a atual configuração batimétrica da área de estudo, e as demais com a alteração da profundidade na área proposta para despejo dos sedimentos dragados no canal de acesso ao Complexo Portuário. Para tais alternativas de áreas de despejo foram acrescidos dois metros no pacote sedimentar, respeitando o limite de profundidade mínimo de 12 metros para cada área, conforme recomendação da FATMA quando da emissão da Licença Ambiental de Instalação – LAI da dragagem de aprofundamento do sistema aquaviário do rio Itajaí-Açu.

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 do canal de acesso e bota-foras atuais foram aquisitados *in situ* pela Superintendência do Porto de Itajaí.

Os dados de batimetria foram interpolados sobre a malha de cálculo no módulo *QUICKIN* do modelo Delft3D, através do método de interpolação de triangulação linear. O resultado da interpolação de ambas as batimetrias, cenário atual e cenários futuros, sobre a malha de cálculo local, podem ser observadas na Figura 373 e na Figura 374, respectivamente.

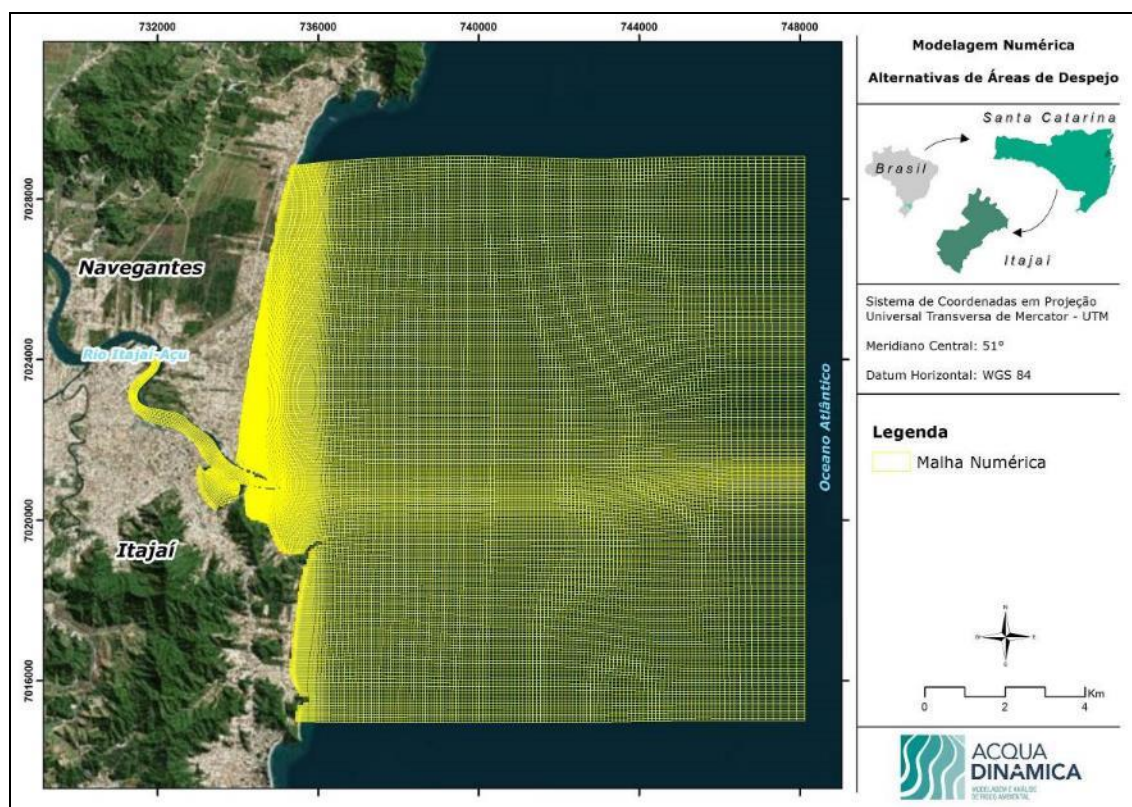


Figura 373. Grade numérica local para execução do modelo de propagação de ondas e hidrodinâmico.

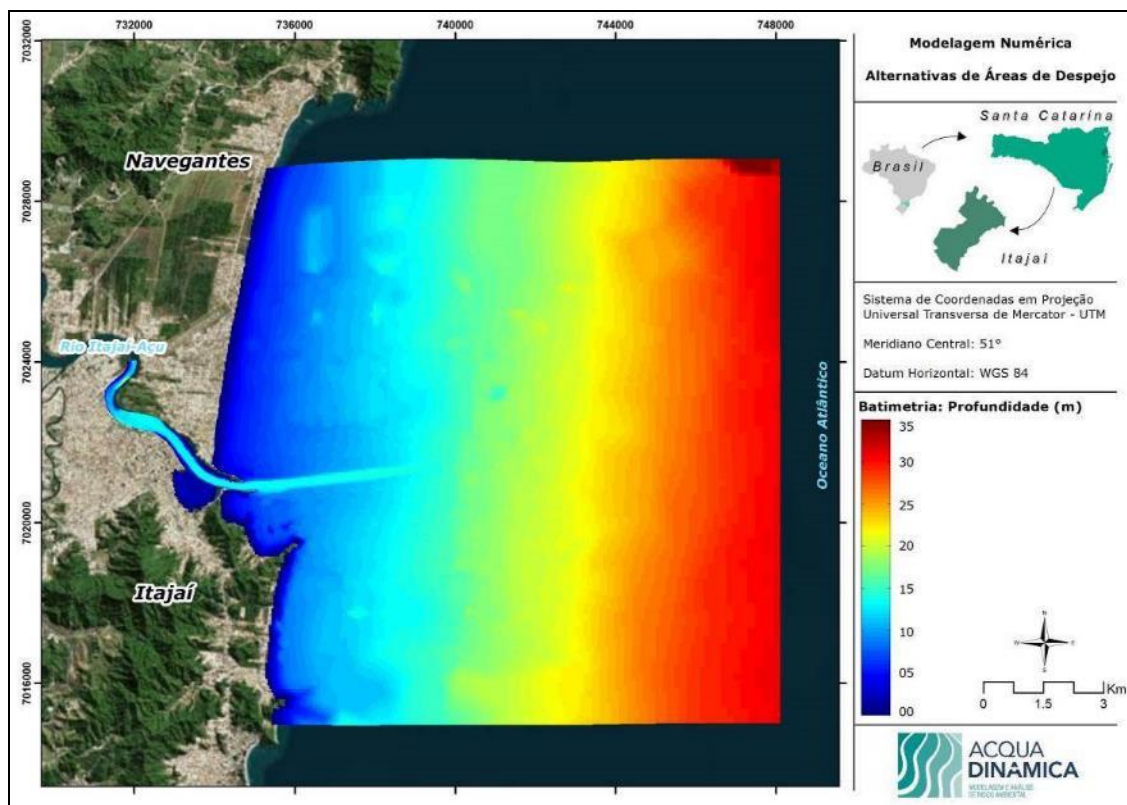


Figura 374. Batimetria atual interpolada sobre a malha de cálculo local.

9.1.11.3.5. Dados de Entrada no Modelo

Para a execução do modelo hidrodinâmico, são requeridos diversos dados de entrada, fundamentais para a calibração do modelo, a fim de que o mesmo possa representar da maneira mais fidedigna possível as condições ambientais predominantes na área de estudo.

9.1.11.3.5.1. Dados de Ondas

Os dados de ondas utilizados no presente estudo foram obtidos a partir de estudos prévios realizados pela empresa Coastal Planning and Engineering do Brasil, no ano de 2009. Neste estudo, dados 10 anos de ondas em águas profundas, provenientes do modelo Wave Watch III – WWIII, foram extraídos para o ponto mais próximo à Itajaí. Os dados foram analisados e, a partir deles, foram selecionados cinco casos de ondas de energia média e de alta frequência, provenientes dos quadrantes de direção de maior importância para a área de estudo, bem como casos de onda de alta energia com frequência de ocorrência maior que 1 dia/ano.

Os casos de onda simulados estão representados na Tabela 53. O Caso 1 representa o grupo de ondas mais frequente; representa o caso mais próximo da condição de onda média na área de estudo, com direção de ENE. O Caso 2 representa a classe com a segunda maior frequência de ocorrência, com direção de E. O Caso 3 consiste em um evento extremo de ENE. O Caso 4 representa um evento extremo de SE, enquanto que o Caso 5 representa um evento extremo de SSE. Os casos extremos de onda são condições de onda que possuem menor frequência, entretanto, são mais energéticos e normalmente ocorrem em eventos de passagem de frentes frias.

Tabela 53. Casos de ondas utilizados como entrada no modelo.

Caso	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)
1	1.14	6.9	77.8
2	1.61	7.8	100.9
3	2.58	7.7	78.0
4	2.61	8.6	152.3
5	3.07	10.3	147.2

9.1.11.3.5.2. Dados de Maré

Os dados referentes a maré inseridos no modelo numérico foram obtidos da tabela de constantes harmônicas disponibilizada pela Fundação de Estudos do Mar - FEMAR, para o Porto de Itajaí/SC (Figura 375).

A variação média de maré para Itajaí é de 0,8 m, com valores máximos de 1,2m, regime de micro-maré do tipo semi-diurno (SCHETTINI, 2002).

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR

Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras

Nome da Estação :		ITAJAÍ (PORTO) – SC				
Localização :		No trapiche de atracação do antigo Escritório do DNPRC				
Organ. Responsável :		INPH / DHN				
Latitude :		25° 54,2' S	Longitude :		48° 34,6' W	
Período Analisado :		31/03/60 a 23/03/61		Nº de Componentes :		32
Análise Harmônica :		Método Tidal Liverpool Institute				
Classificação :		Maré de Desigualdades Diurnas				
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		II H 02 min		Nível Médio (Zo):		57 cm acima do NR.
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		107 cm acima do NR.		Média das Preamares Inferiores (MLHW) :		85 cm acima do NR.
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		21 cm acima do NR.		Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :		15 cm acima do NR.
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS						
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	
Sa	4,2	056	MU ₂	1,5	117	
Ssa	5,2	092	N ₂	4,3	146	
Mm	1,9	045	NU ₂	0,6	187	
Mf	6,1	170	M ₂	23,2	069	
MTM	-	-	L ₂	1,7	075	
Msf	4,3	276	T ₂	0,4	234	
Q ₁	3,2	053	S ₂	15,7	066	
O ₁	10,4	077	K ₂	5,2	060	
M ₁	0,5	242	MO ₃	2,8	336	
P ₁	2,1	127	M ₃	4,2	176	
K ₁	6,1	137	MK ₃	1,6	076	
J ₁	0,2	137	MN ₄	2,4	067	
OO ₁	0,3	073	M ₄	5,7	116	
MNS ₂	0,4	091	SN ₄	0,5	141	
2N ₂	1,4	132	MS ₄	3,9	205	
Referências de Nível: RN-1 fixada no início do trapiche, na parte de cimento.						
Obs: Outros períodos : 01/01/29 a 05/01/30; 01/09/56 a 02/10/56; 01/04/91 a 01/05/91. Existem no INPH registros de 1922 até 1988 Consta das Tábuas das Marés						

Código BNDO: 60230

- 264 -

- 264 -

Figura 375. Tabela de componentes harmônicas de maré da FEMAR para a estação do Porto de Itajaí.

9.1.11.3.5.3. Descarga Fluvial

Para a área de estudo foi considerada apenas a contribuição fluvial do rio Itajaí-Açu, a qual se atribui uma média de vazão de 250 m³/s.

9.1.11.3.5.4. Vento

Os dados de vento utilizados neste estudo foram extraídos e analisados para o período de 3 anos, de 2010 até 2012. Abaixo, são apresentadas as análises dos ventos obtidos a partir dos dados disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para a estação automática de Itajaí.

A Figura 376 e a Figura 377 apresentam as rosas direcionais dos dados de vento do INMET, para os períodos de inverno (junho a setembro) e verão (dezembro a março), respectivamente. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. Os círculos indicam a porcentagem de ocorrência e a escala de cores representa a intensidade do vento (m/s). Observa-se que, durante o inverno, os ventos mais frequentes são provenientes de SW, com aproximadamente 18% de ocorrência durante o período e intensidade predominante de 0 a 4 m/s, seguido pelos ventos provenientes de SSW, com aproximadamente 12% de ocorrência no período e intensidade predominante de 0 a 3 m/s. No verão, a ocorrência dos ventos foi semelhante, com a predominância dos ventos de SW, porém com menor intensidade 0 a 3 m/s, com aproximadamente 19%. Os ventos provenientes de ENE, com aproximadamente 11% de ocorrência apresentam intensidades entre 3 e 6 m/s.

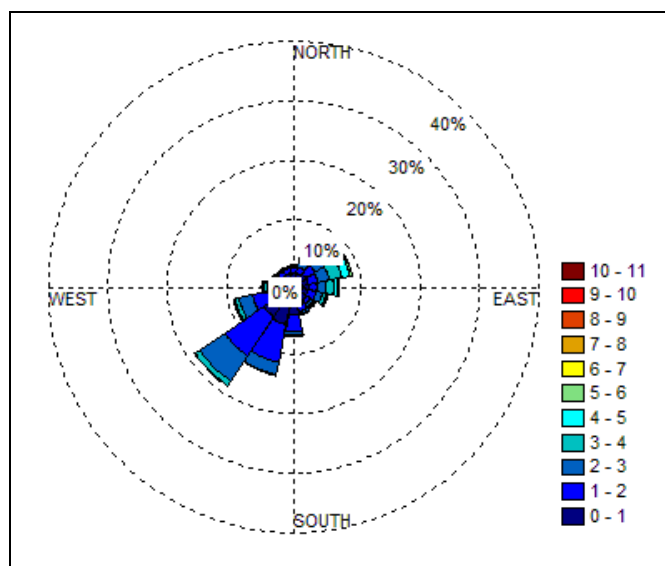


Figura 376. Rosa direcional dos ventos do INMET para inverno, na estação automática de Itajaí. As cores indicam a intensidade do vento (m/s) enquanto que os círculos representam a porcentagem de ocorrência.

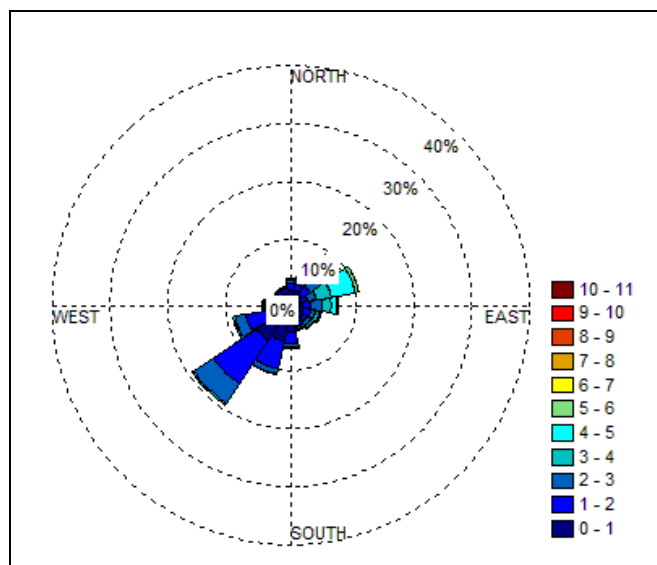


Figura 377. Rosa direcional dos ventos do INMET para verão, na estação automática de Itajaí. As cores indicam a intensidade do vento (m/s) enquanto que os círculos representam a porcentagem de ocorrência.

Comparando as duas rosas direcionais observa-se que no inverno há maior ocorrência de ventos de SW do que no verão, o que pode influenciar o deslocamento do óleo. Além disso, no verão a influência de ventos de ENE é mais evidente, embora no inverno também ocorra esta direção de vento.

9.1.11.3.6. Cenários Modelados

Para todos cenários modelados as simulações foram realizadas sob mesmas condições temporais, climáticas e oceanográficas, sendo que a única diferença entre os cenários foi a configuração da batimetria do local proposto para área de despejo.

Para cada área foram acrescentados dois metros no pacote sedimentar, respeitando o limite de profundidade mínimo de 12 metros para cada área, conforme recomendação da FATMA quando da emissão da Licença Ambiental de Instalação – LAI da dragagem de aprofundamento do sistema aquaviário do rio Itajaí-Açu.

As simulações foram realizadas para os seguintes cenários (Figura 372):

- Cenário Atual;
- Alternativa 1 de Área de Despejo;
- Alternativa 2 de Área de Despejo;
- Alternativa 3 de Área de Despejo;
- Alternativa 4 de Área de Despejo.

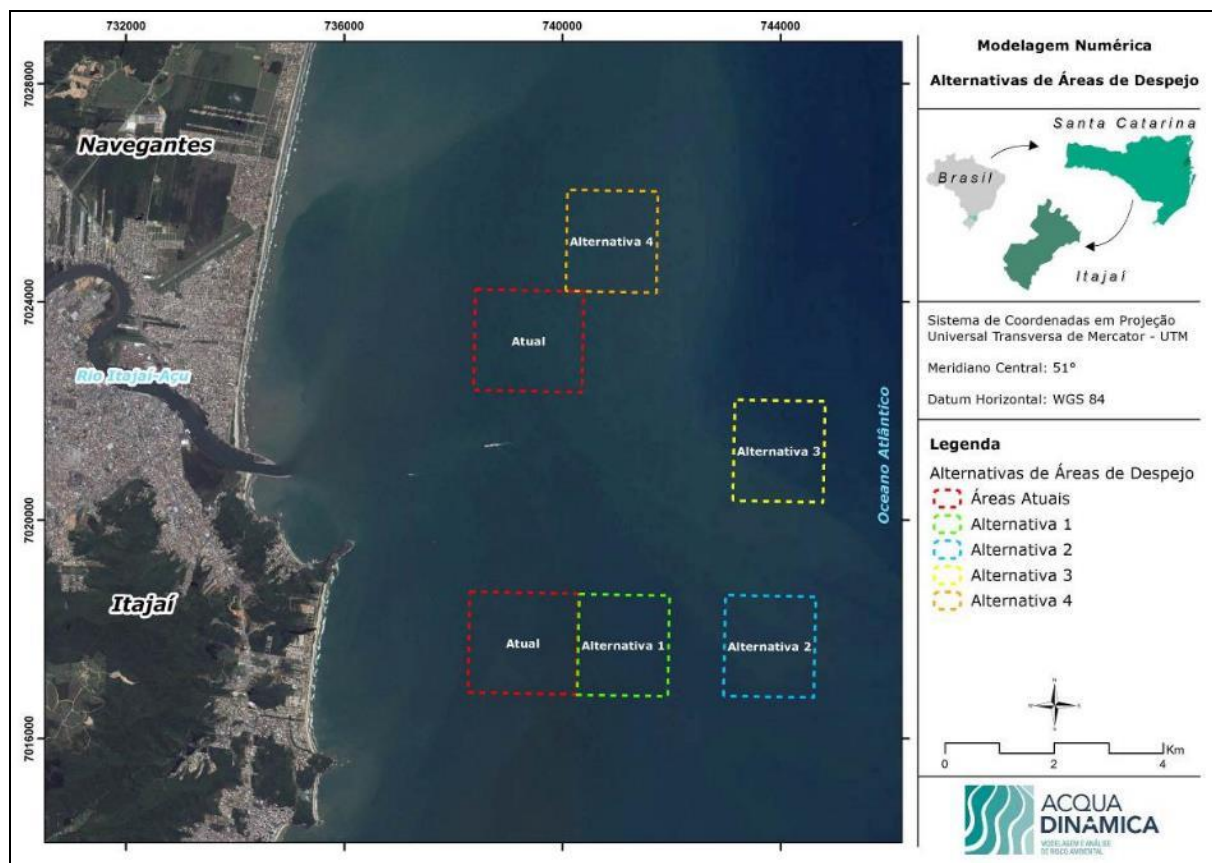


Figura 378. Localização dos bota-foras atuais (em vermelho) e das alternativas propostas para novas áreas de despejo.

9.1.11.3.7. Validação do Modelo Numérico

Para aquisição dos dados hidrodinâmicos locais utilizados para validação do modelo numérico, foi fundeado o equipamento AWAC em frente à desembocadura do rio Itajaí-Açu, mais especificamente defronte às praias de Cabeçadas e Atalaia (Figura 379), no dia 20 de janeiro de 2015, com sua retirada ocorrida no dia 4 de fevereiro de 2015.

A posição geográfica do levantamento hidrodinâmico é apresentada na Tabela 54, em projeção UTM (zona 22J – hemisfério sul) e coordenadas geográficas, *datum* horizontal WGS – 84.

Tabela 54. Posição geográfica do levantamento hidrodinâmico realizado.

Sistema de Coordenadas	Leste / Longitude	Norte / Latitude
UTM	736040,23	7020084,27
Coordenada Geográfica	48°37'22,77"W	26°55'16.02"S

A profundidade aproximada no local de aquisição dos dados é de 10 metros. A grosso modo, a sedimentologia de fundo no local é composta, predominantemente, por lama e silte.

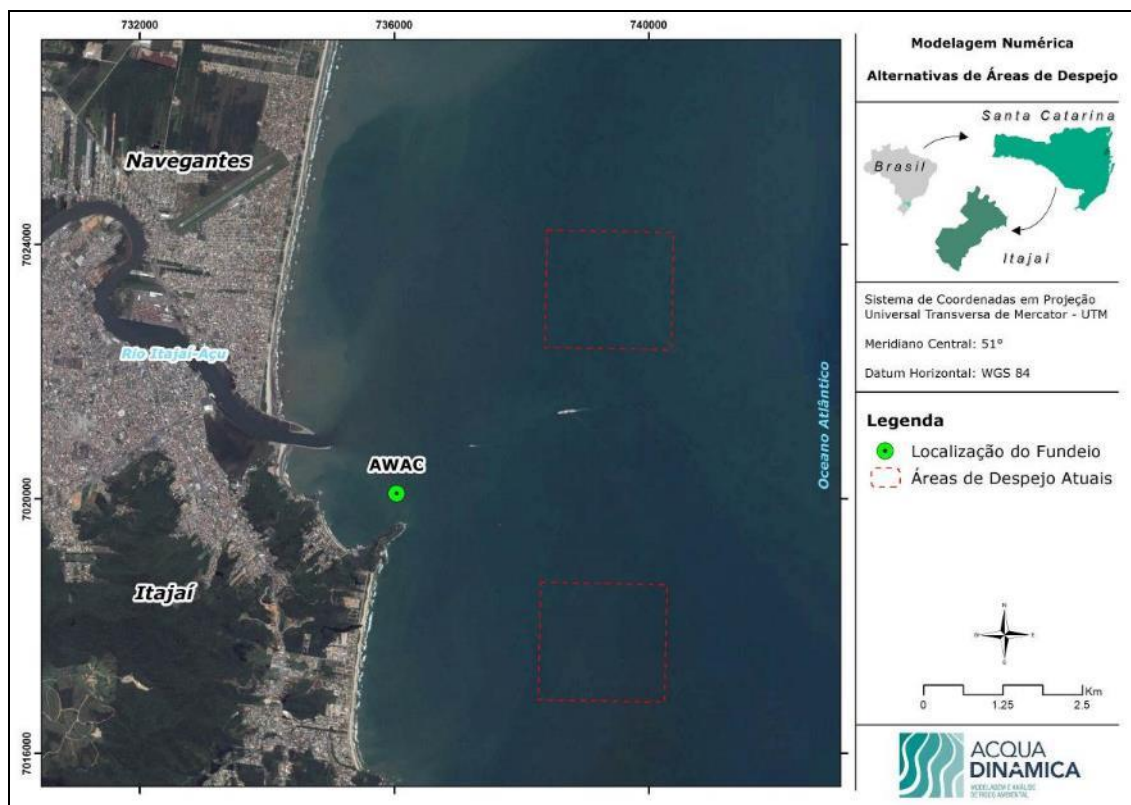


Figura 379. Localização do fundo do equipamento (AWAC) para aquisição de dados para validação do modelo numérico.

O equipamento acústico utiliza o efeito *Doppler* para medir os fluxos hidrodinâmicos através da transmissão de um pulso sonoro de curta duração. Após a transmissão deste pulso sonoro, o mesmo ecoa e reflete, então é recebido no equipamento acústico, que mede a alteração na frequência do eco recebido. A velocidade da corrente pode então ser obtida pela equação abaixo:

$$V = F_{Doppler} / F_{emitido} \times C/2$$

Onde:

FDoppler: é a alteração na frequência recebida, refletida, conhecida como efeito Doppler;

Femitido: é a frequência do som transmitido;

V: é a velocidade da corrente;

C: é a velocidade do som na água.

O som não reflete da água propriamente dita, mas sim, de partículas em suspensão na água (plâncton, sedimento em suspensão, etc.). Desta forma, o equipamento acústico mede a velocidade destas partículas em movimento na água, que é basicamente a mesma velocidade de movimento da água. Na Figura 380 é ilustrada a medição da velocidade das correntes através dos feixes acústicos/sonoros emitidos na água.

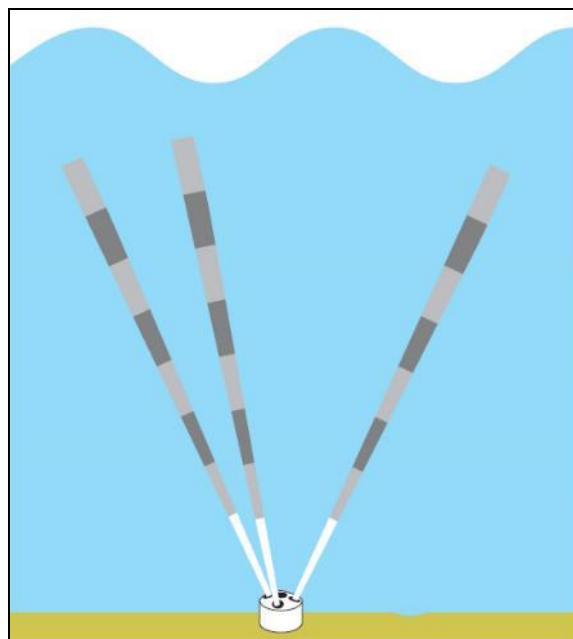


Figura 380. Ilustração do equipamento acústico realizando a medição dos fluxos hidrodinâmicos.

Para a aquisição dos dados foi utilizado um equipamento acústico, conhecido como perfilador acústico de correntes (ADCP) baseado no efeito *Doppler*, da marca Nortek, modelo AWAC® 600 kHz, número de série WAV 6216. O equipamento foi fixado em uma estrutura piramidal de aço inox e fundeado no leito marinho, a uma profundidade aproximada de 10 metros. O equipamento foi montado no fundo, com os sensores virados para a superfície (*bottom mount*), conforme pode ser facilmente observado na Figura 380.

Para medições de velocidade e direção de correntes, o equipamento foi configurado para aquisição de informações com intervalos amostrais de 10 em 10 minutos. O valor registrado a cada período de amostragem representa a média de 5 minutos de aquisição de dados. O aparelho foi configurado para medir as correntes em diferentes estratos da coluna da água. Assim, é possível diferenciar as correntes predominantes em superfície, meio e fundo.

Para medição dos parâmetros de ondas, o equipamento foi configurado para aquisição de informações com intervalos amostrais de 60 em 60 minutos. O valor registrado a cada período de amostragem representa a média de 17 minutos de aquisição, a uma taxa de 1 Hz, no total de 1024 amostras de onda. O equipamento conta com um método de detecção da superfície denominado *Acoustic Surface Tracking (AST)*, que permite medir a altura de ondas com grande precisão. Através de um sensor de pressão os dados de

onda são validados. Também, através do sensor de pressão, pode-se estimar a variação da maré para o local.

Os dados adquiridos *in situ* foram pós-processados em laboratório para posterior comparação com os resultados obtidos pelo modelo. A Figura 381 e a Figura 382 apresentam os gráficos de comparação entre os dados de maré medidos em campo e modelados. Verifica-se uma boa correlação entre os dados medidos e os dados modelados, sendo o valor de R^2 obtido para esta correlação de 0,61.

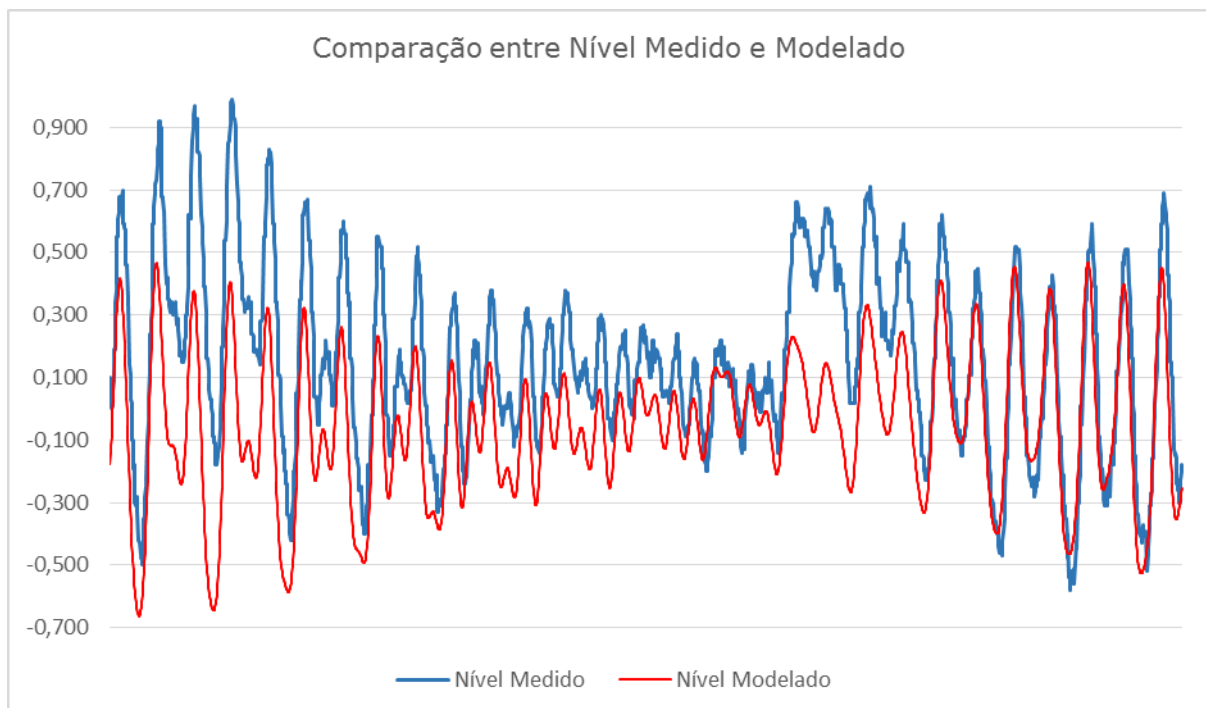


Figura 381. Gráfico de comparação entre os dados de maré medidos e modelados ao longo do tempo modelado.

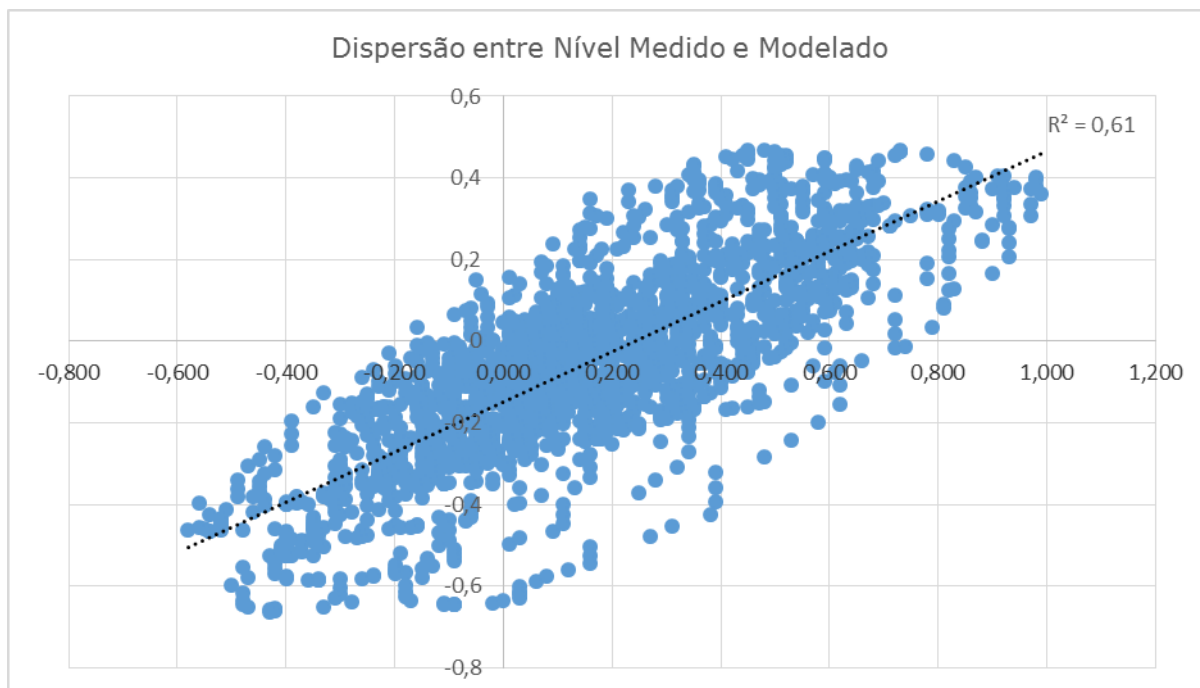


Figura 382. Gráfico de dispersão entre os dados de maré medidos pelo ADCP e os dados de maré modelados para a área de estudo.

9.1.11.3.8. Modelo de Dispersão de Sedimentos

O modelo de dispersão da pluma de sedimentos tem por objetivo analisar a direção e distância de alcance da pluma de sedimentos a partir de sua disposição no bota-fora, com o intuito possibilitar a análise de possíveis impactos sobre a linha de costa dos municípios de Itajaí e Navegantes. Este modelo é alimentado com diversas informações, dentre elas, podemos citar: volume de sedimentos dragados; concentração de sedimentos dragados; porcentagem de sedimentos coesivos e não coesivos; entre outros.

A sedimentologia das áreas a serem dragadas apresenta uma variação quanto ao tamanho de grão, sendo que na área do canal de acesso do rio Itajaí-açu as amostras são caracterizadas por sedimentos finos, silte e argila.

Para a realização da modelagem numérica de dispersão da pluma de sedimentos, serão utilizados sedimentos da amostra com granulometria mais fina, ou seja com tamanho de grão de argila (0,0039 mm). Isto foi adotado como forma de representar o maior impacto possível em função da dispersão da pluma de sedimentos. Foi adotado como volume a ser despejado no bota-fora por viagem da draga o volume de 10.000 m³ de sedimentos, o que compreende o volume da cisterna da draga a ser utilizada no processo de dragagem.

Para realizar uma análise mais realista da dispersão da pluma de sedimentos foram simulados cenários com diferentes condições de ondas, correntes e ventos, de forma a representar a maioria das condições ambientais possíveis no momento do processo de dragagem e despejo de sedimentos. Os resultados serão apresentados para cada alternativa locacional de bota-fora utilizando a sinergia destas condições ambientais (ondas, correntes e ventos).

9.1.11.4. Resultados

9.1.11.4.1. Propagação de Ondas

Os resultados do modelo de propagação de ondas para cada um dos cinco casos de ondas simulados, em cada cenário (atual e as quatro alternativas de áreas de despejo), são apresentados nesta seção. Primeiramente, são apresentados os resultados de distribuição espacial de alturas significativas e direções de propagação ao longo da área de estudo para cada caso de onda considerando o Cenário Atual.

Em seguida são apresentados para os cenários de alternativas de áreas de despejo avaliados os resultados de diferença de altura significativa de onda, elaborados a partir de um pós-processamento dos dados de saída do modelo, no qual a altura de onda de cada cenário é subtraída do cenário atual (cenário futuro – cenário atual).

A partir das simulações de ondas do cenário atual e dos cenários das quatro alternativas de áreas de despejo, foi possível avaliar a influência de uma nova área para descarte dos sedimentos dragados no canal de acesso e bacia de evolução do Complexo Portuário do rio Itajaí-Açu na propagação de ondas, assim como sua incidência nas praias adjacentes, analisando as diferenças entre os cenários propostos e o atual.

9.1.11.4.1.1. Cenário Atual

Da Figura 383 até a Figura 387 são apresentados os resultados de distribuição espacial do parâmetro altura significativa de onda e direção de pico (vetores) ao longo da área de estudo, gerados a partir da propagação de estados de mar referentes a cada um dos cinco casos de ondas selecionados para o Cenário Atual. Analisando a propagação de ondas neste cenário, observa-se que as ondulações no Caso 1 (Figura 383), no Caso 2 (Figura 384) e no Caso 3 (Figura 385), provenientes de ENE e E, perdem pouca energia ao se aproximarem da costa na praia de Navegantes. Isso porque chegam praticamente

perpendiculares à costa, sofrendo assim menos efeitos de refração. A redução da altura de ondas (H_s) é observada na região de quebra das ondas, quando a onda atinge uma profundidade de cerca de 1,3 vezes maior que a sua altura. A partir deste momento ocorre a dissipação da energia de onda relacionada com a arrebentação, fazendo com que os valores de H_s sejam reduzidos.

As ondas provenientes de ENE (Figura 383) atingem a costa com altura de aproximadamente 0,8 metros. Já as ondas do caso considerado extremo de ondas ENE (Figura 385) chegam à região com altura em torno de 1,9 metros na praia Brava e de 1,7 metros na praia de Navegantes.

Para o caso de onda de E (Figura 384), as alturas de onda que atingem a região da praia Brava são de aproximadamente 1 metro, enquanto que na praia de Navegantes são de 1,3 metros.

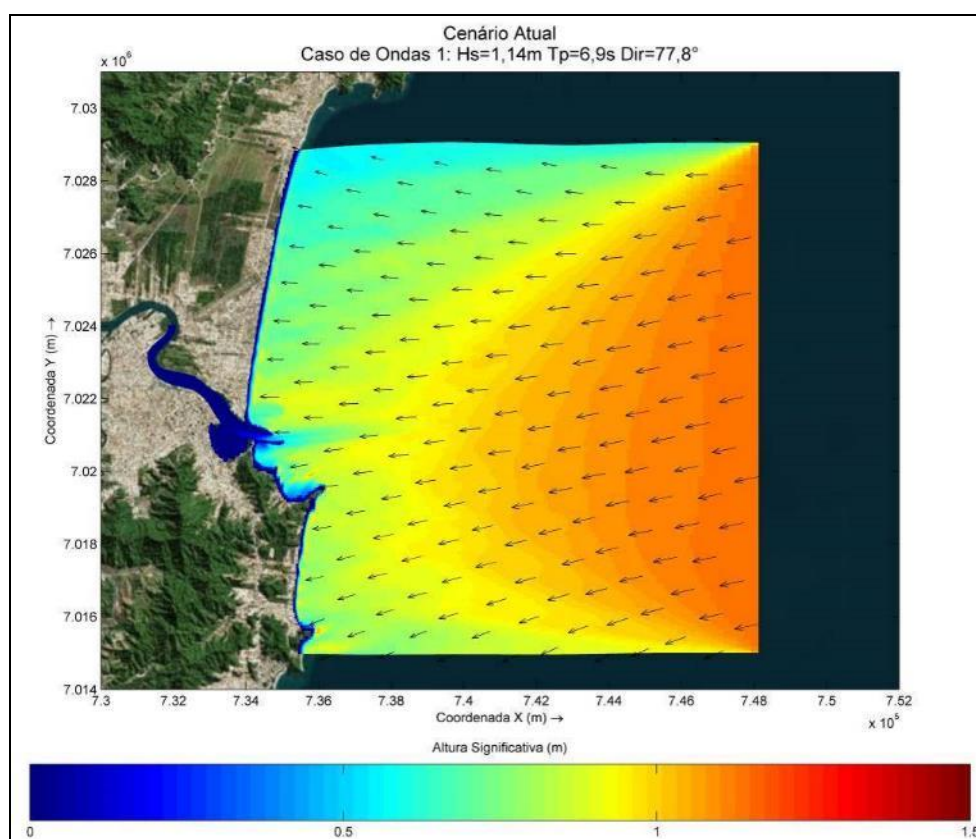


Figura 383. Altura significativa de onda no Cenário Atual para o Caso 1 de ondas.

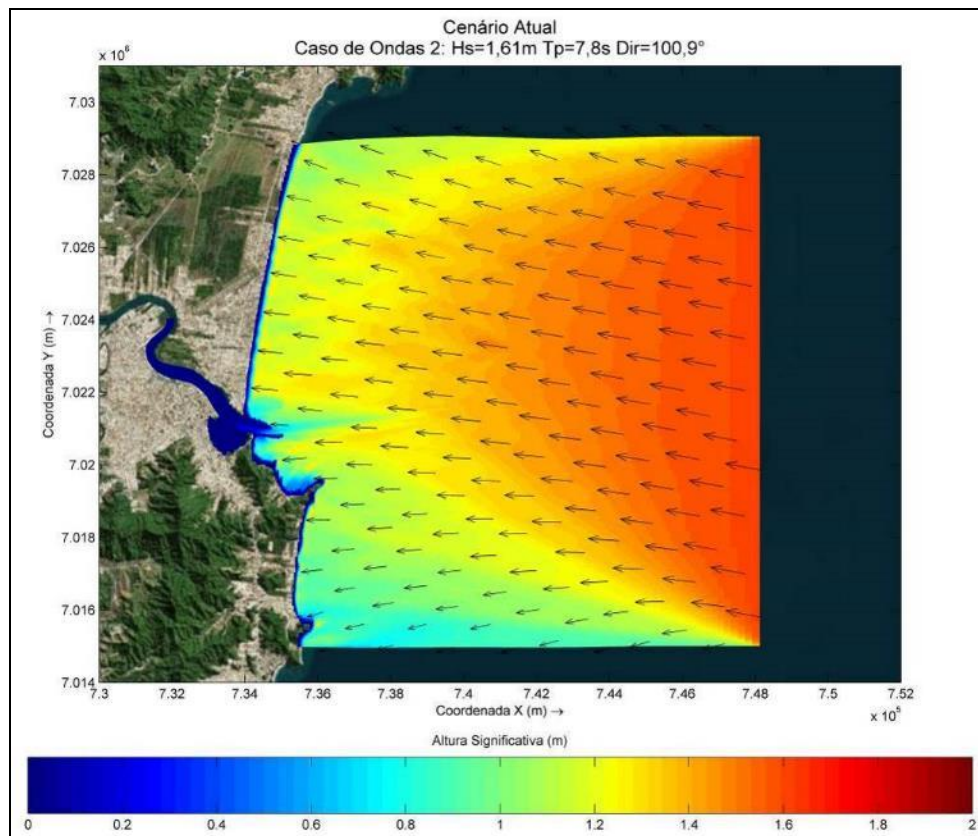


Figura 384. Altura significativa de onda no Cenário Atual para o Caso 2 de ondas.

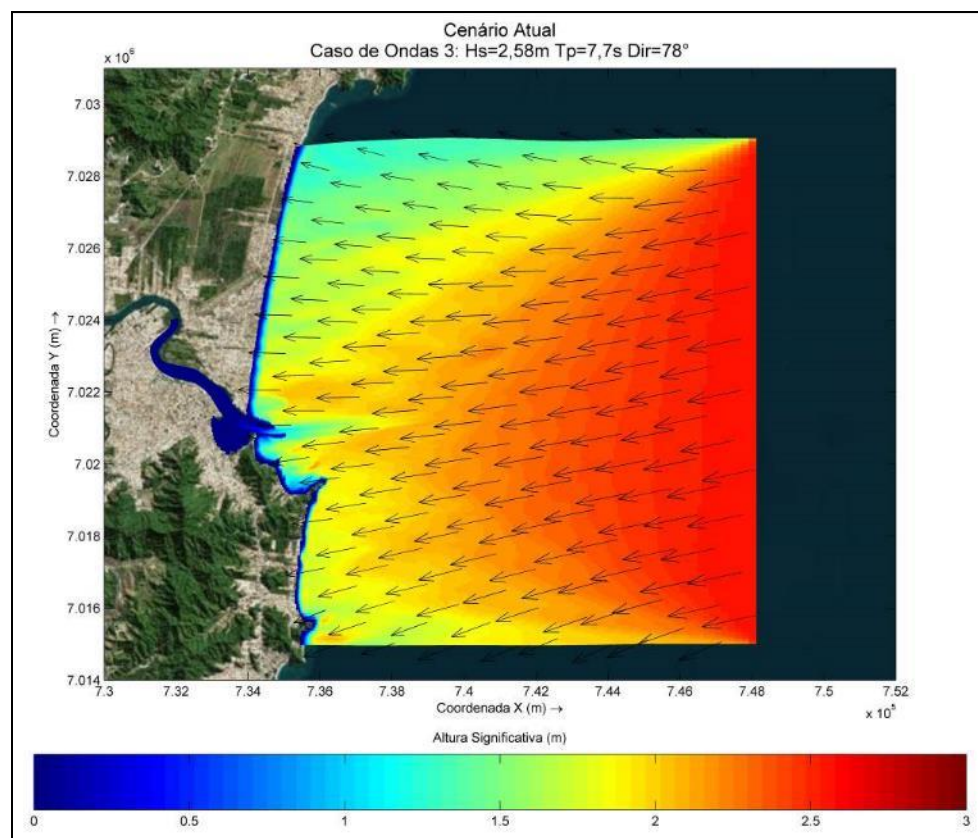


Figura 385. Altura significativa de onda no Cenário Atual para o Caso 3 de ondas.

No Caso 4 (Figura 386) e no Caso 5 (Figura 387), com ondas provenientes de SE e SSE, respectivamente, as ondulações se aproximam da costa obliquamente, portanto, sofrem refração chegando mais perpendiculares na costa de Navegantes do que nos demais casos. A redução da altura de ondas é observada na região de quebra das ondas devido à dissipação da energia.

Na região sul da área de estudo, que abrange desde o canal de acesso externo ao Complexo Portuário do rio Itajaí, a praia do Atalaia e a praia Brava, os valores de alturas de onda observados próximos à costa são inferiores aos observados para a praia de Navegantes, visto que a costa do Estado de Santa Catarina, ao sul do Município de Itajaí, é caracterizada por promontórios salientes, tais como o da região de Porto Belo, e pela Ilha de Santa Catarina, feições geomorfológicas costeiras que causam efeitos de refração e difração nas ondas provenientes do quadrante Sul e impedem que esta ondulação incida com energia nestes locais.

Na praia de Navegantes, as ondas aproximam-se da costa com valores de H_s de aproximadamente 1,8 metros para SE e 1,6 metros para SSE. Já na praia Brava, as ondas atingem a costa com alturas próximas de 1,3 metros para SE e 1 metro para SSE.

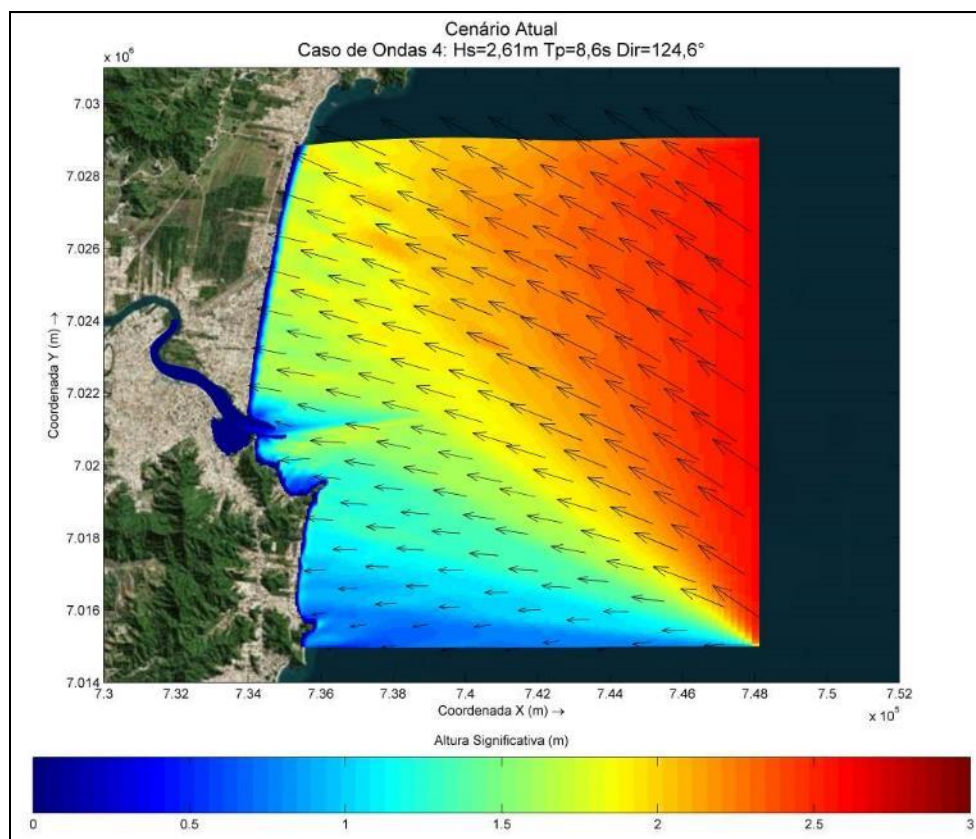


Figura 386. Altura significativa de onda no Cenário Atual para o Caso 4 de ondas.

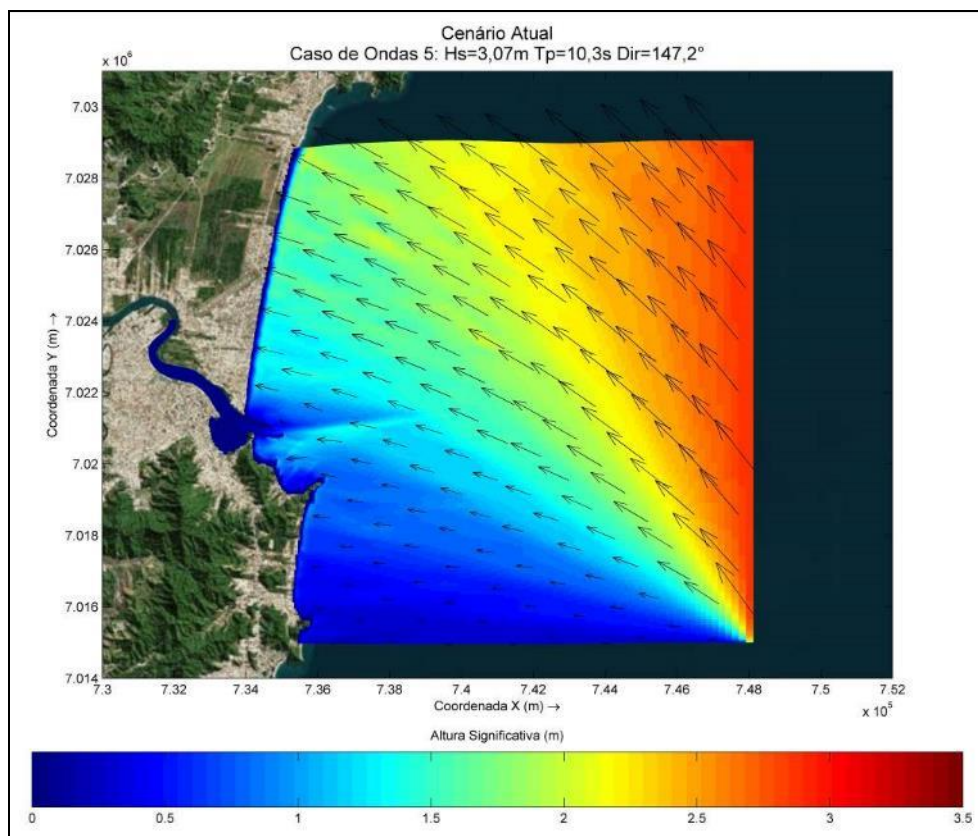


Figura 387. Altura significativa de onda no Cenário Atual para o Caso 5 de ondas.

9.1.11.4.1.2. Alternativa 1 de Área de Despejo

As diferenças observadas na incidência de ondas entre a Alternativa 1 de área de despejo e o Cenário Atual estão ilustradas a seguir entre a Figura 388 e a Figura 392.

Para o Caso 1 de onda simulado com orientação de ENE (Figura 388) observou-se um incremento mínimo, inferior a 10 centímetros, na área imediatamente após o bota-fora proposto. Para o Caso 2 (Figura 389) e o Caso 3 (Figura 390) nota-se que ocorreu também um aumento no valor de altura de onda em direção à costa, porém, também na ordem de 10 centímetros, não causando alterações significativas no local. Observou-se ainda uma diminuição de mesma magnitude para as áreas acima e abaixo do bota-fora.

Os padrões de diferença entre a Alternativa 1 e o Cenário Atual para os casos de onda de SE (Figura 391) e SSE (Figura 392) foram um pouco superiores em magnitude e área do que para os demais casos, mas ainda assim, foram alterações baixas, na ordem de 20 centímetros, tanto para aumento quanto para diminuição de altura de onda nas áreas próximas ao bota-fora proposto. Já próximo à costa essas alterações foram próximas de 10 centímetros.

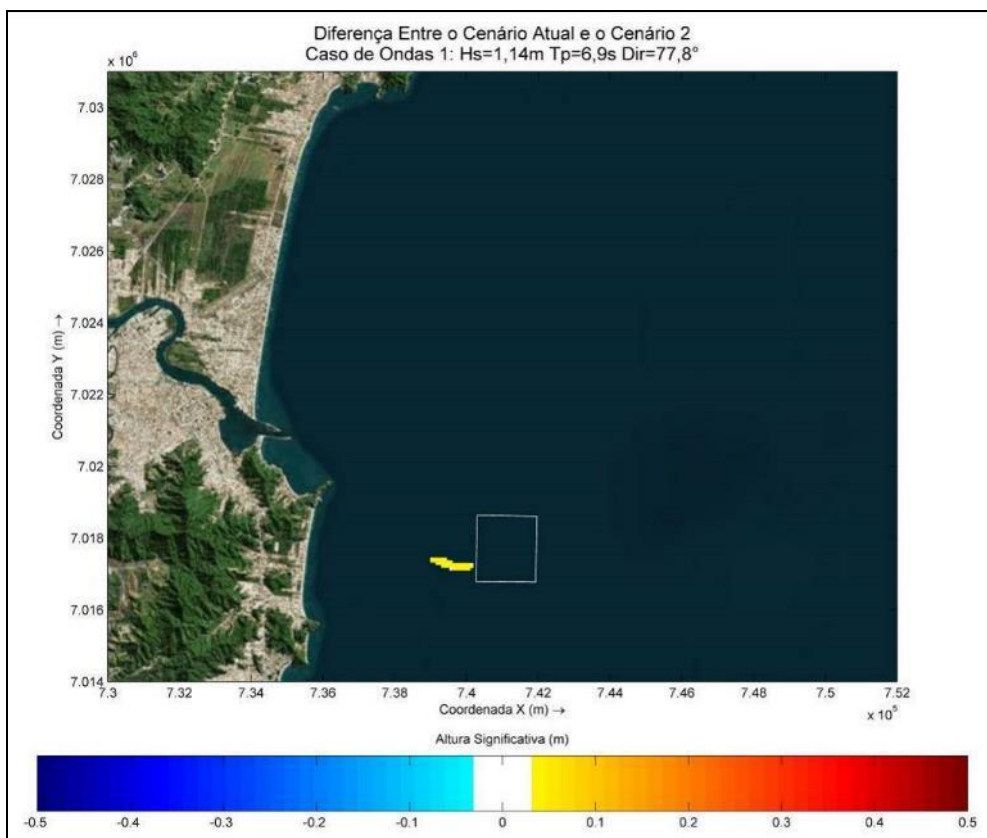


Figura 388. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 1 para o Caso 1 de ondas.

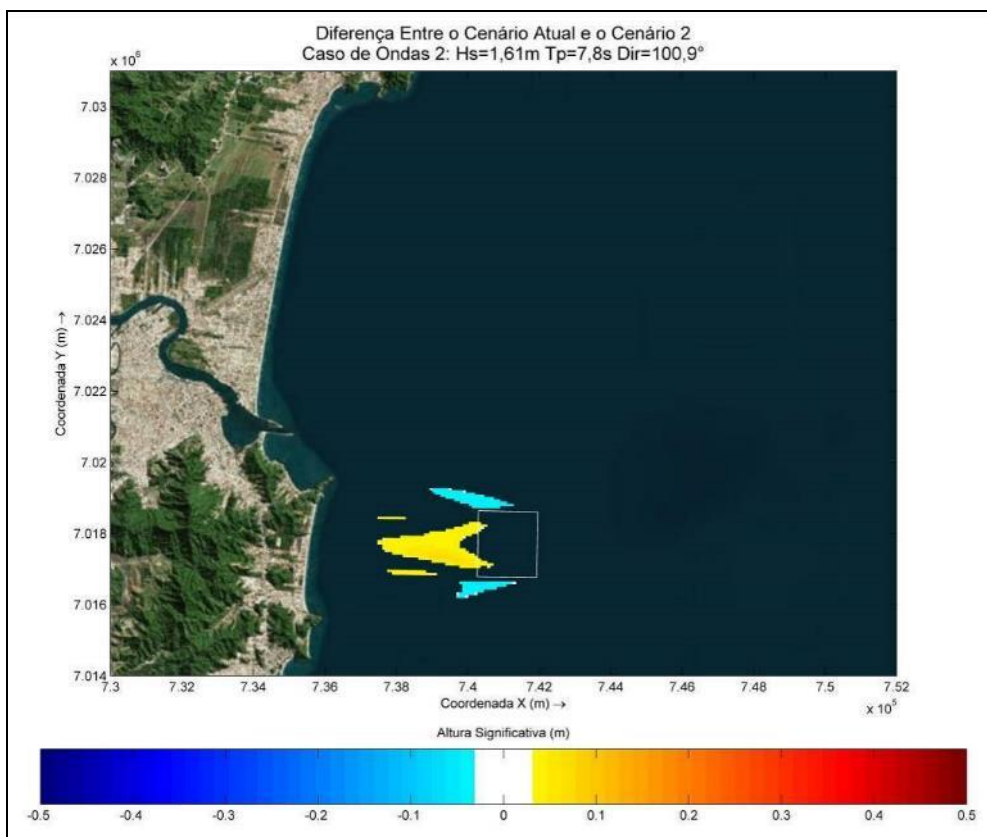


Figura 389. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 1 para o Caso 2 de ondas.

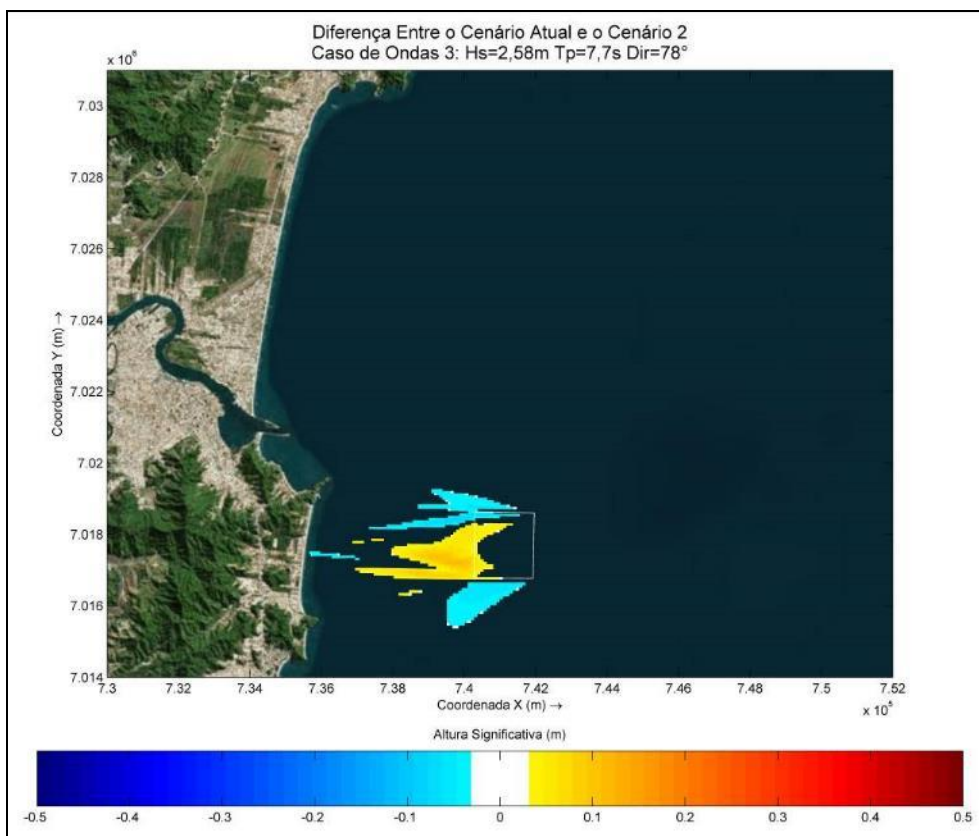


Figura 390. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 1 para o Caso 3 de ondas.

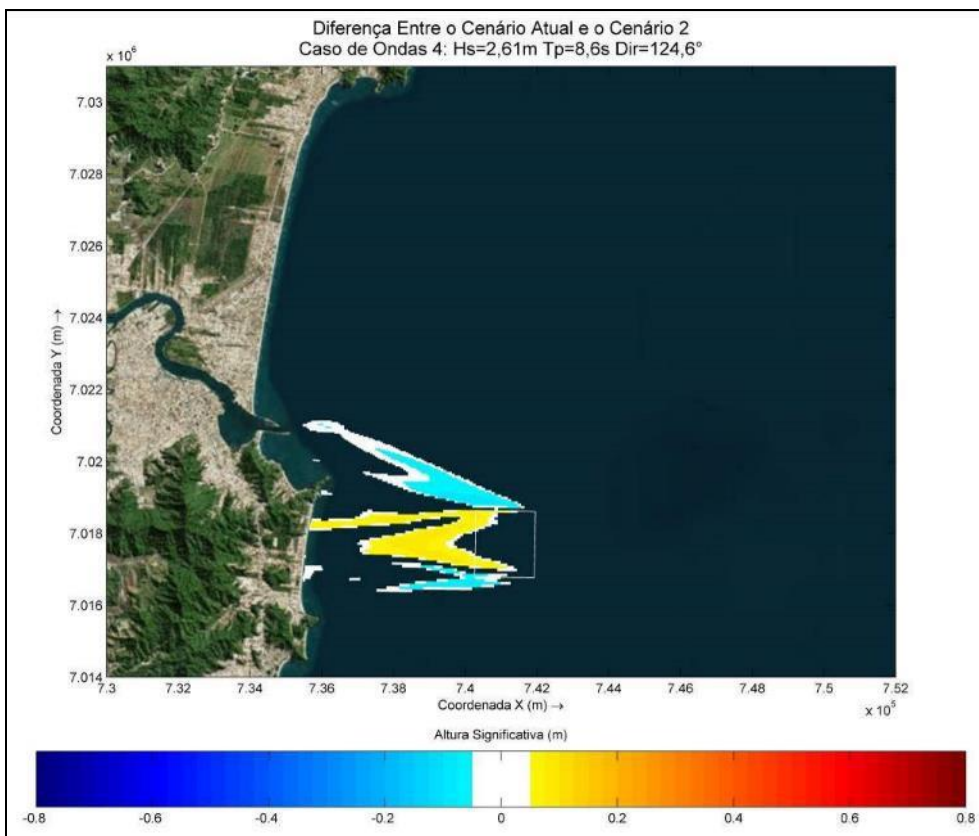


Figura 391. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 1 para o Caso 4 de ondas.

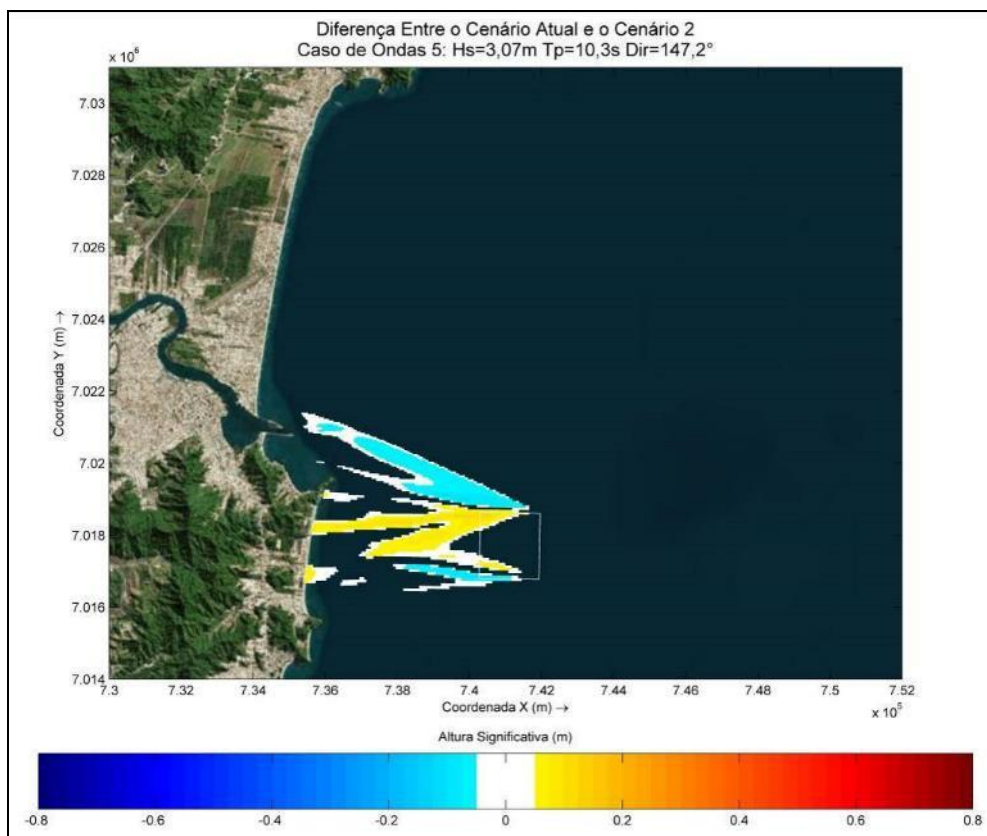


Figura 392. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 1 para o Caso 5 de ondas.

9.1.11.4.1.3. Alternativa 2 de Área de Despejo

Quanto às diferenças entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 de área de despejo, as alterações foram muito semelhantes às observadas para a Alternativa 1, porém, em menor intensidade, visto que se trata de uma área em uma profundidade superior, causando menos influência na incidência de ondas na área costeira.

Para o Caso 1 de ondas simulado (Figura 393) não houveram alterações significativas entre os cenários. Para o Caso 2 (Figura 394) apenas observou-se um aumento inexpressivo na altura de onda adjacente ao bota-fora proposto, na ordem de 0,05 metros, ou seja 5 centímetros, não representando alteração para a área próxima à costa.

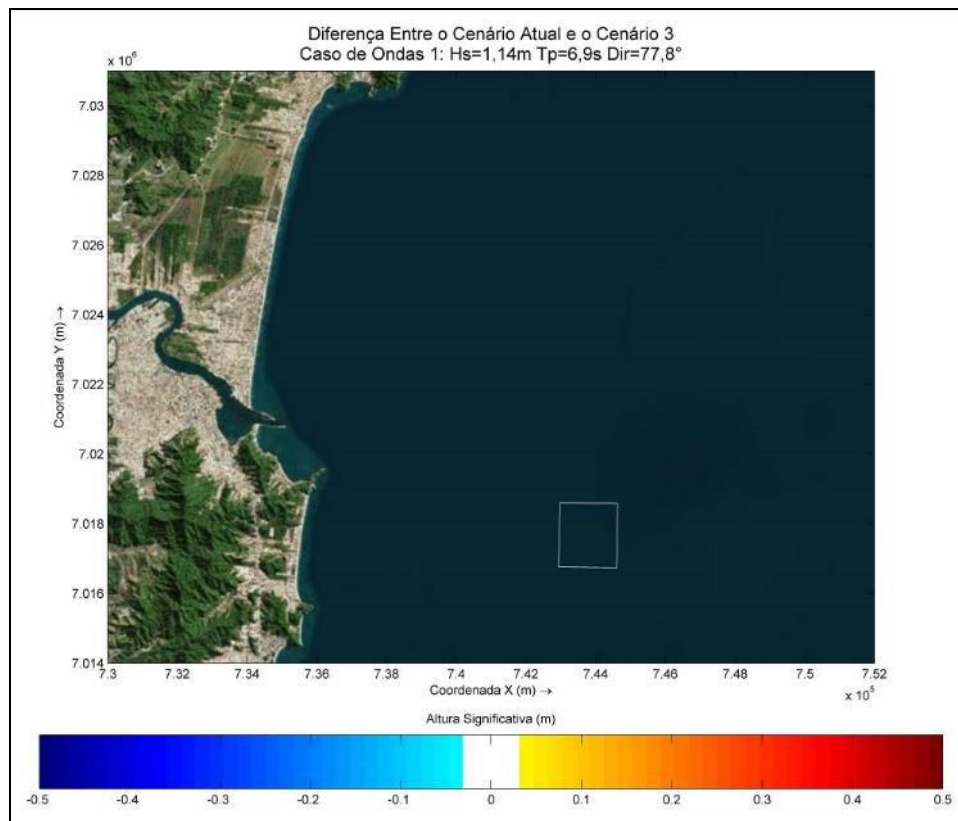


Figura 393. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 para o Caso 1 de ondas.

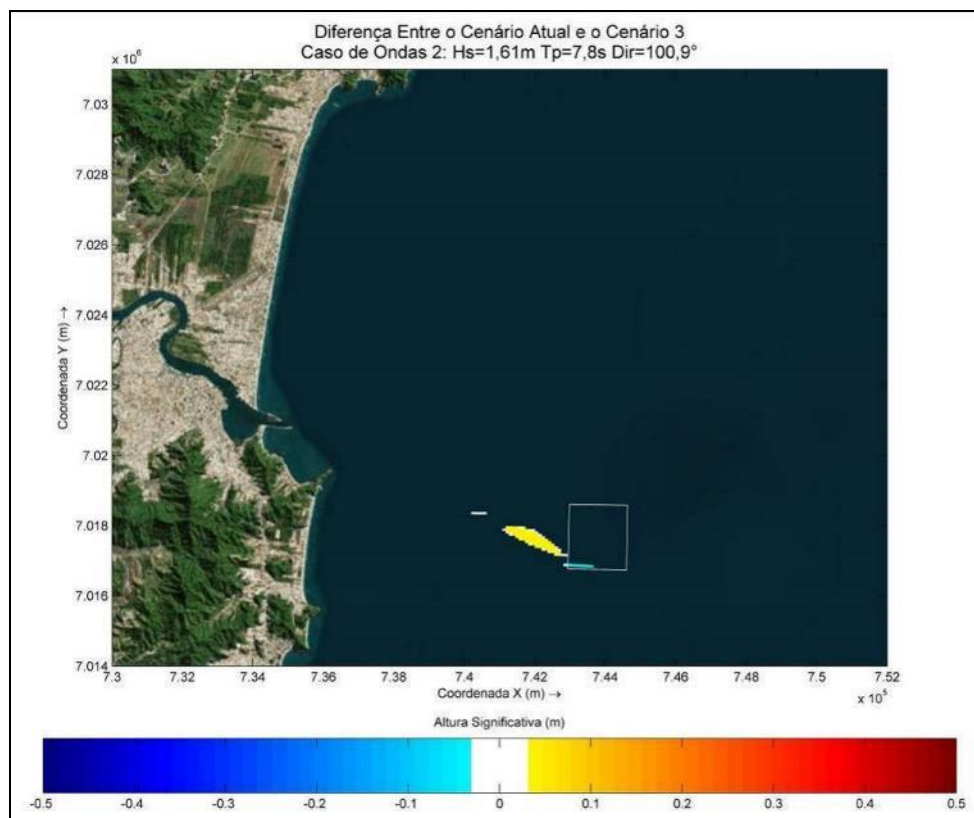


Figura 394. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 para o Caso 2 de ondas.

Em relação ao Caso 3 de ondas simulado (Figura 395), as variações também foram muito baixas, inferiores a 10 centímetros, tanto em relação ao aumento da altura de onda, adjacente ao bota-fora proposto, quanto à sua diminuição, representada em azul na figura abaixo.

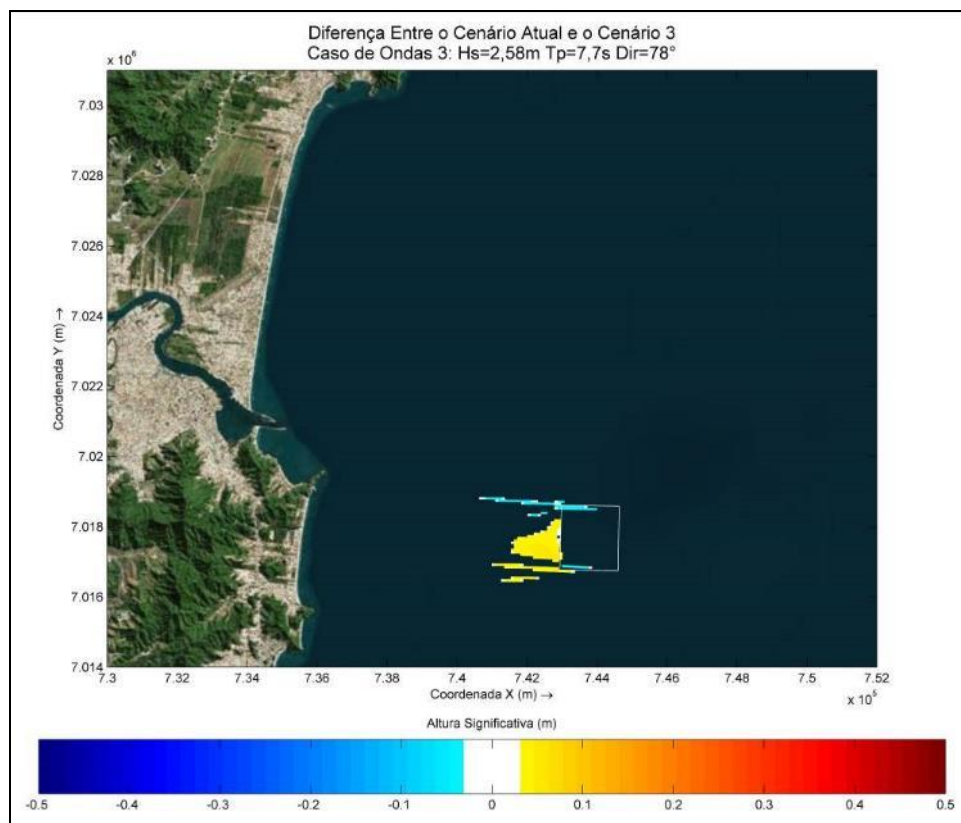


Figura 395. Diferença de Hs entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 para o Caso 3 de ondas.

Para os casos de onda 4 (Figura 396) e 5 (Figura 397) as alterações observadas nas alturas de onda foram muito semelhantes. Na área entre o bota-fora proposto e a região costeira foram observadas pequenas alterações nas alturas de onda, na ordem de 0,1 metro para SE e 0,2 metros para SSE, tanto para variação positiva quanto para variação negativa.

Tais alterações estiveram restritas à porção sul do canal de acesso, na direção da praia Brava em Itajaí, não sendo observada nenhuma alteração nas proximidades da praia de Navegantes. Porém, ressalta-se que estas alterações estiveram entre 10 e 20 centímetros, não ocasionando mudanças expressivas na incidência de ondas local.

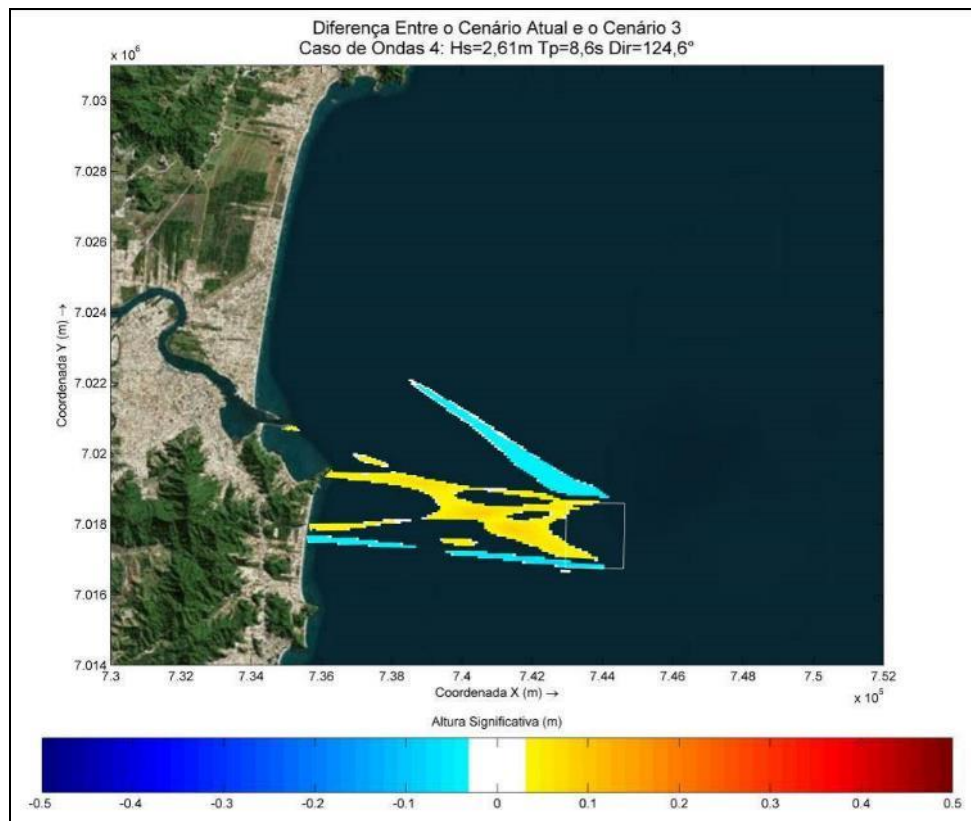


Figura 396. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 para o Caso 4 de ondas.

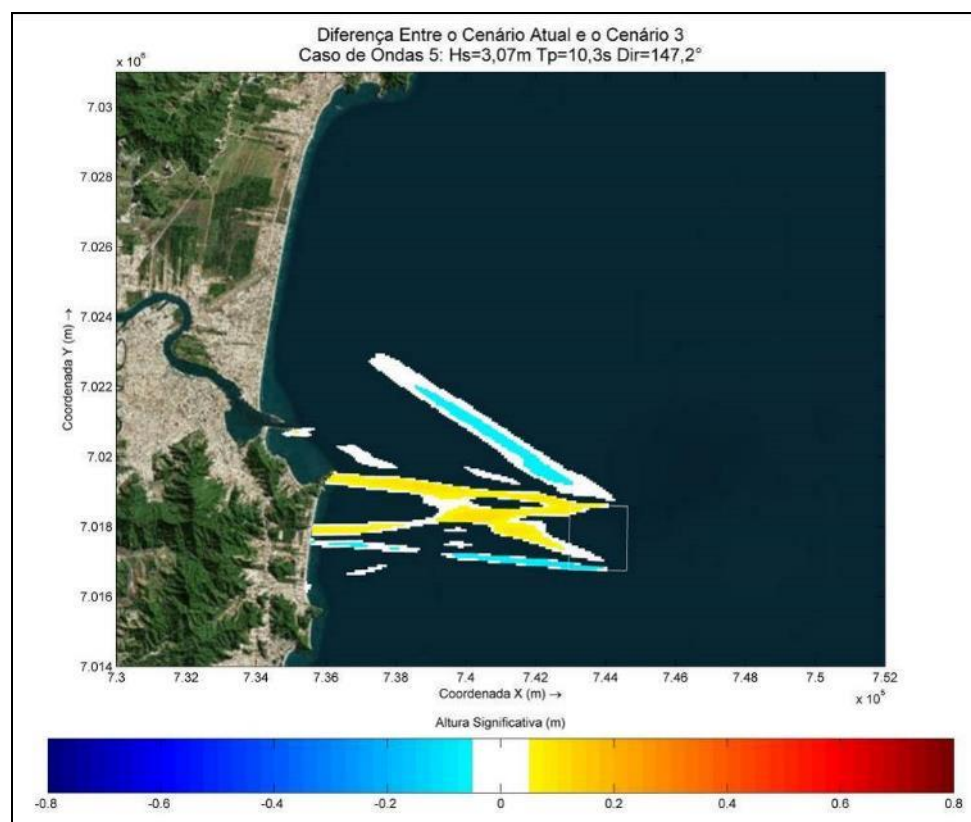


Figura 397. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 2 para o Caso 5 de ondas.

9.1.11.4.1.4. Alternativa 3 de Área de Despejo

A Alternativa 3 de área de despejo configura-se como a área proposta mais distante da costa, logo, é a que se posiciona em uma área mais profunda que as demais alternativas. Tal característica fez com que as alterações observadas para este cenário fossem menores às observadas nos outros cenários, principalmente em relação às alterações próximas das praias.

Para o Caso 1 de ondas simulado (Figura 398), com direção de ENE, não foram observadas alterações quanto à incidência de ondas com a presença do bota-fora proposto. Para o Caso 2 (Figura 399), com ondas provenientes de E, nota-se apenas uma variação positiva na altura de onda imediatamente após o bota-fora, porém, inferior a 10 centímetros.

Para a simulação do caso extremo de ENE, Caso 3 de ondas simulado (Figura 400), foi observada na região imediatamente ao lado do bota-fora que houve um acréscimo na altura de onda, também inferior a 10 centímetros, e que não atinge a região próxima às praias de interesse.

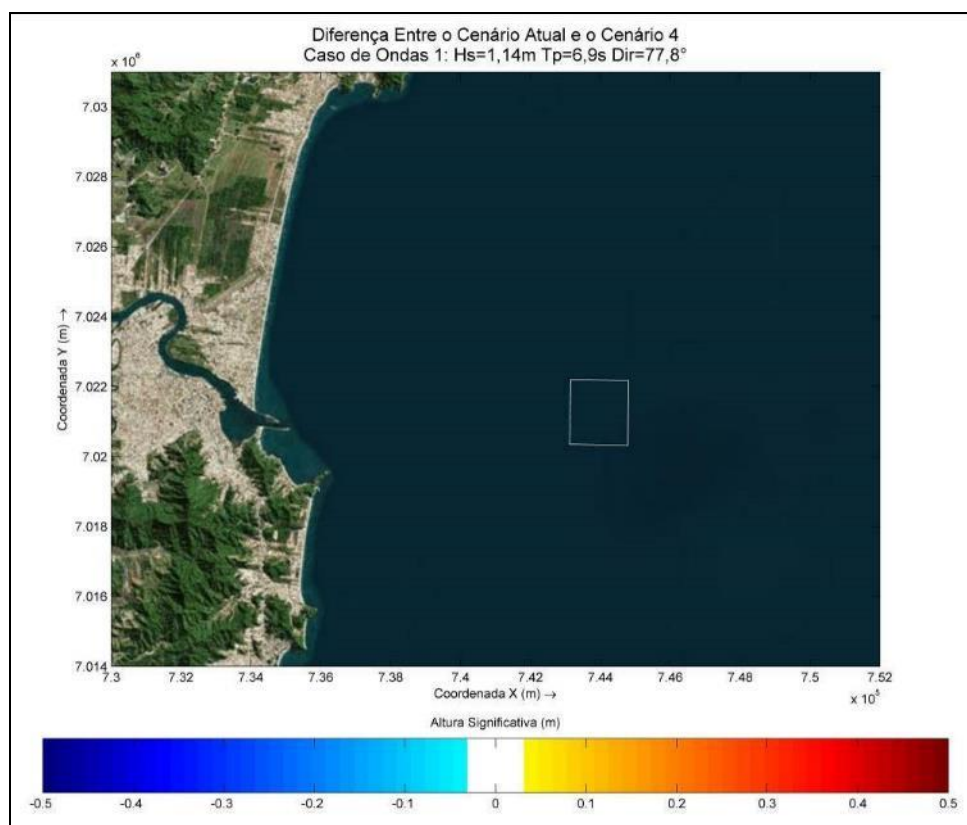


Figura 398. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 1 de ondas.

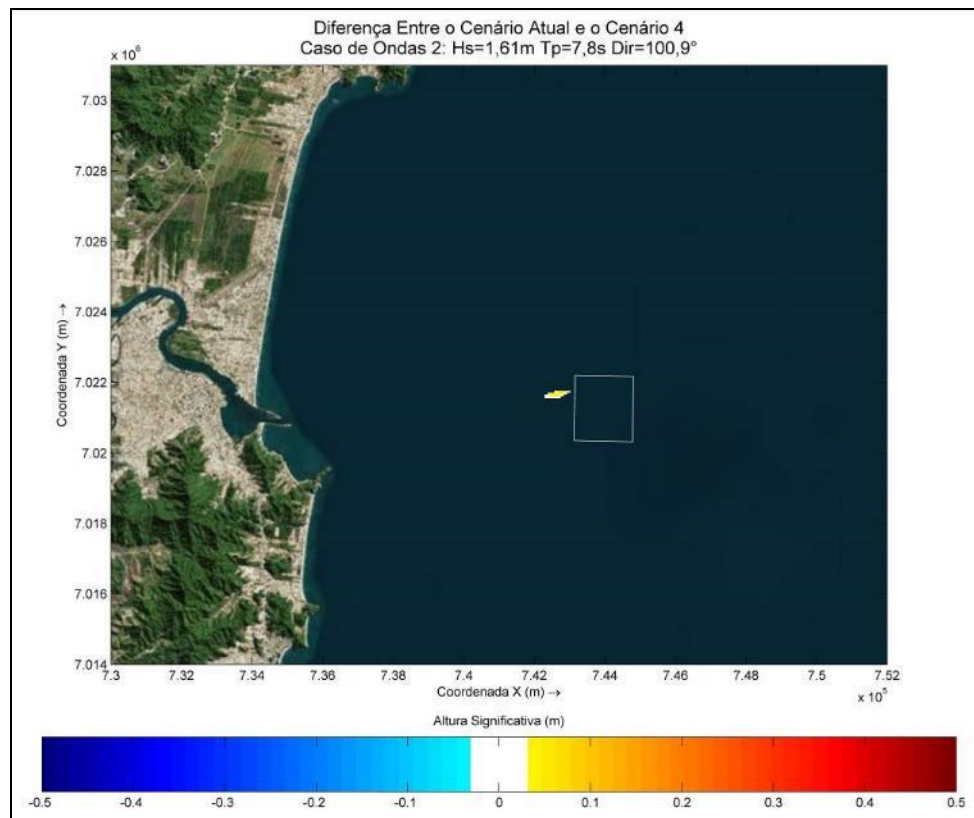


Figura 399. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 2 de ondas.

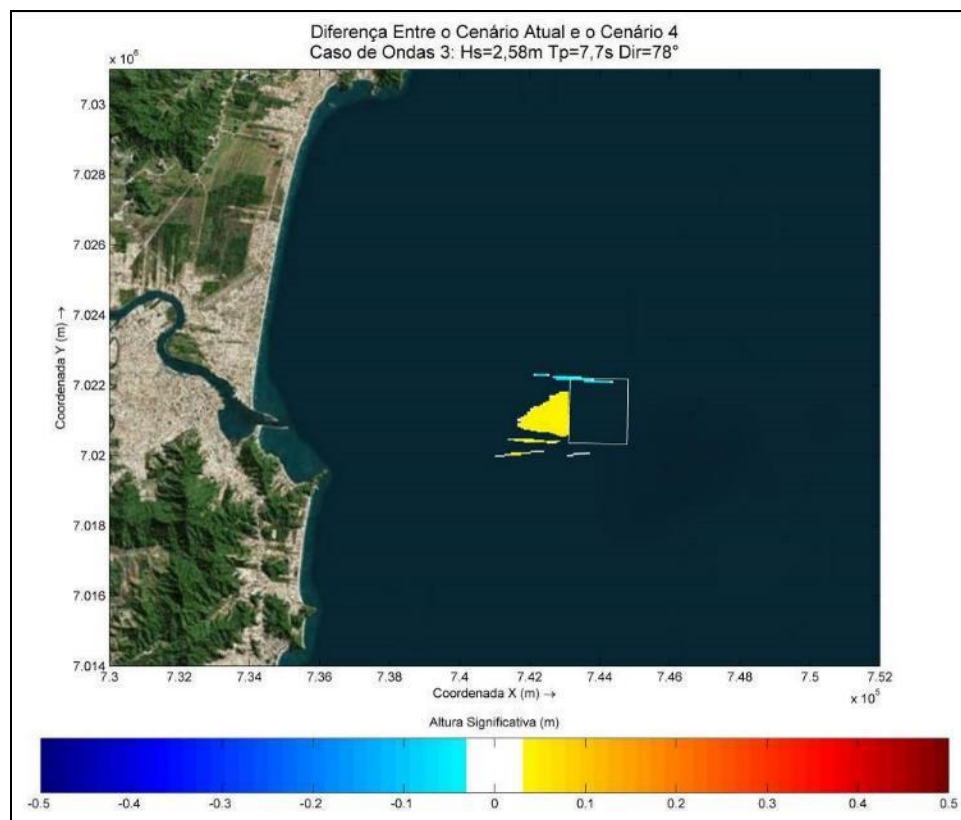


Figura 400. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 3 de ondas.

Na Figura 401 e na Figura 402 estão apresentados os resultados de diferença de onda para os casos de SE e SSE, respectivamente. Nota-se que as alterações foram semelhantes para ambos os casos, porém, de maior magnitude para o caso de SSE.

Para o caso de SE observa-se nas áreas que representam um acréscimo da altura de onda entre os cenários que a diferença não ultrapassou valores próximos de 15 centímetros, enquanto que para SSE os valores foram de aproximadamente 20 centímetros. Ainda assim, em nenhum dos dois casos verificou-se mudanças nas áreas de interesse, ou seja, na praia Brava em Itajaí e na praia de Navegantes. As alterações negativas foram de mesma magnitude das variações positivas e estiveram adjacentes ao bota-fora.

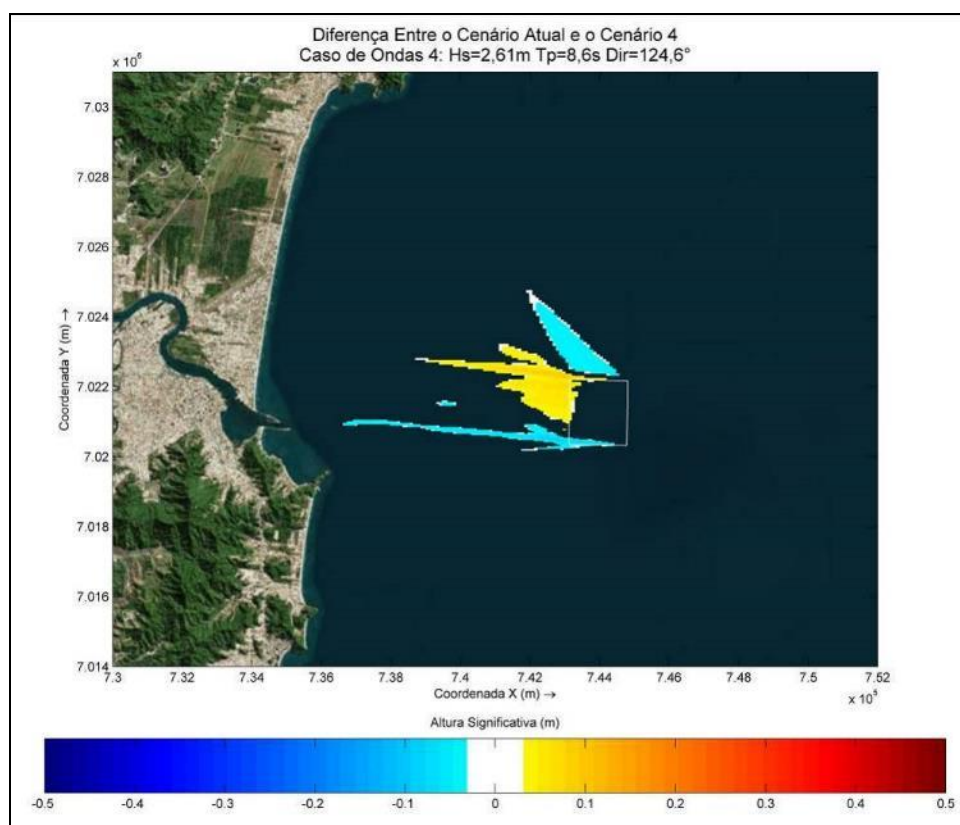


Figura 401. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 4 de ondas.

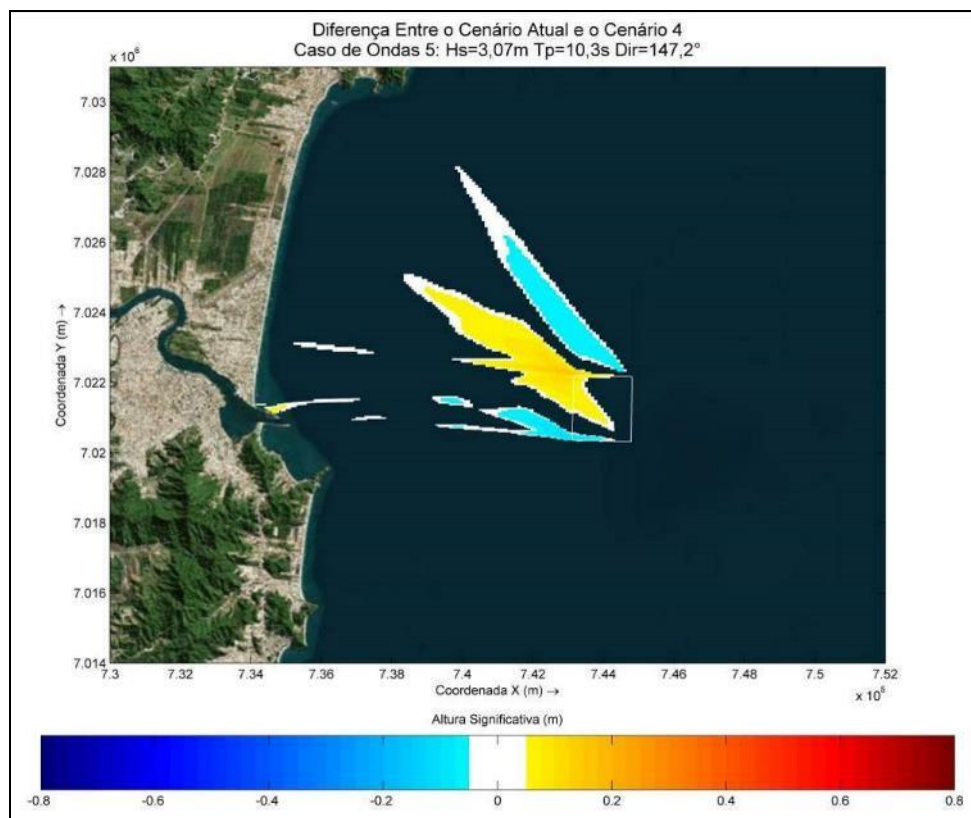


Figura 402. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 5 de ondas.

9.1.11.4.1.5. Alternativa 4 de Área de Despejo

A Alternativa 4 de área de despejo situa-se mais ao norte do que as demais alternativas, sendo a mais próxima da praia de Navegantes. A diferença de incidência de onda entre esta alternativa e o Cenário Atual serão descritas a seguir.

Para o Caso 1 de onda, representando a incidência de ENE (Figura 403), assim como para as demais alternativas de áreas de despejo, foi o caso que apresentou as menores alterações de H_s de onda, sendo o acréscimo neste cenário inferior a 10 centímetros e distante da praia de Navegantes.

Na Figura 404, na qual está ilustrada a variação de H_s entre os cenários para o caso de onda de E, a área de abrangência de variação foi um pouco superior ao caso anterior, porém, tanto as variações positivas quanto as variações negativas estiveram abaixo de 0,1 metro, também limitadas aos arredores do bota-fora.

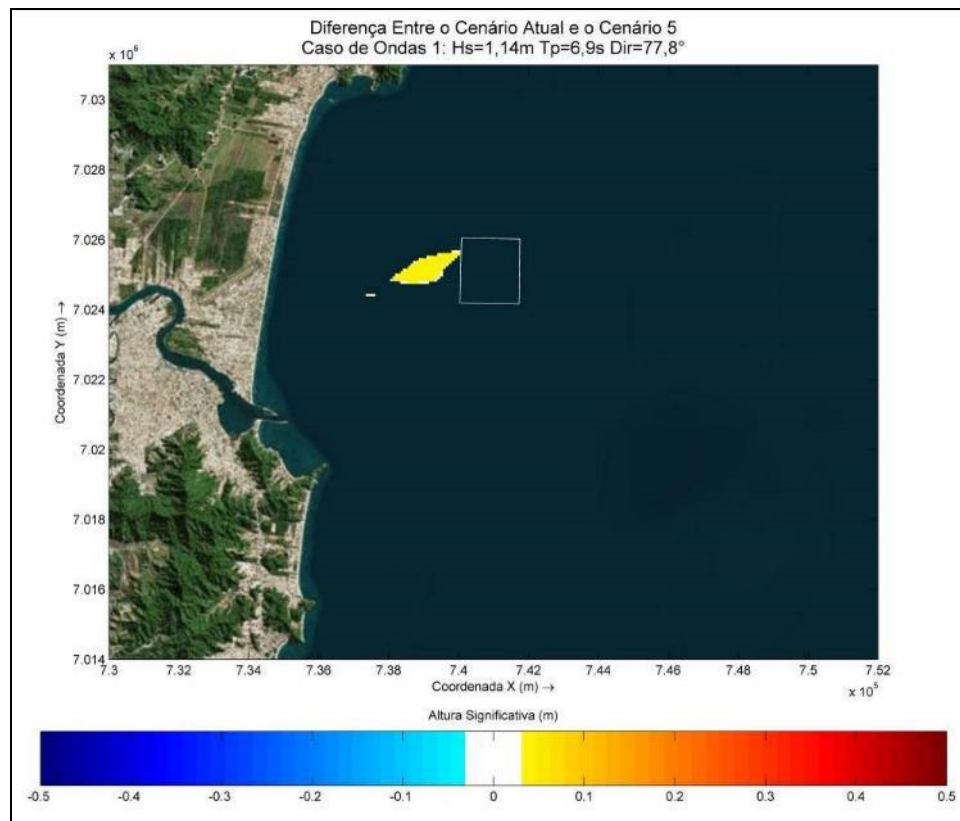


Figura 403. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 1 de ondas.

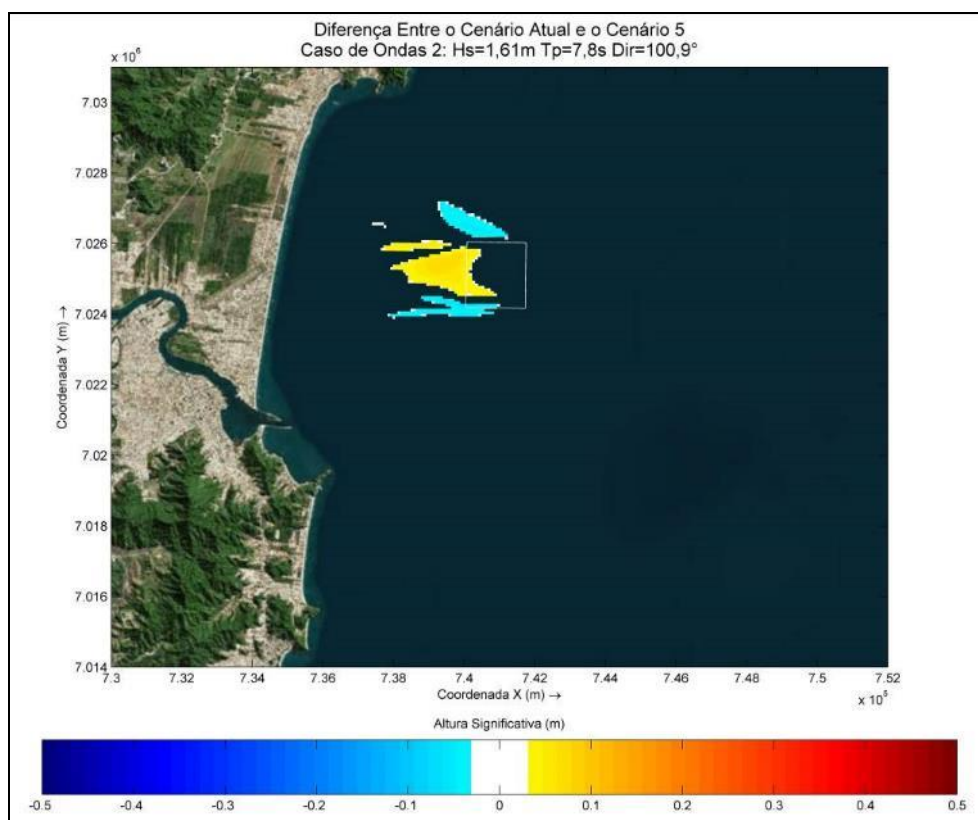


Figura 404. Diferença de H_s entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 2 de ondas.

Para o caso de ENE extremo (Figura 405) as variações de Hs se limitaram à região norte ao canal de acesso ao Complexo Portuário do rio Itajaí, em frente à praia de Navegantes, porém, as variações observadas ainda foram baixas, atingindo valores de até aproximadamente 15 centímetros para variações positivas e negativas, não causando alterações expressivas na área costeira.

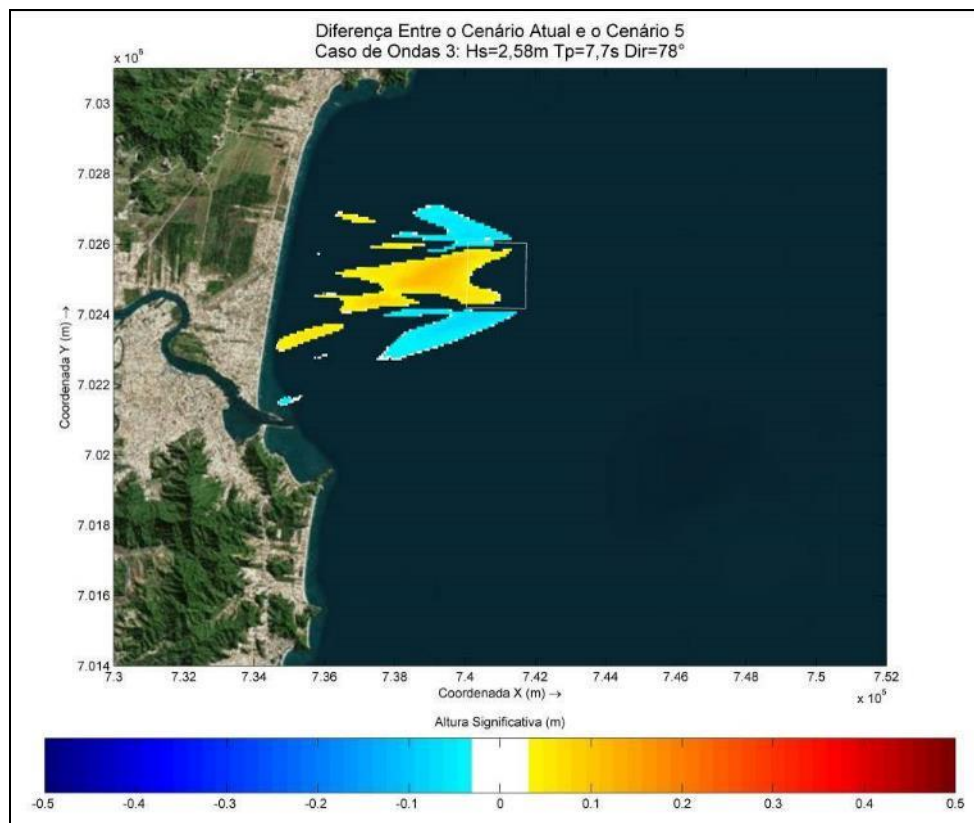


Figura 405. Diferença de Hs entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 4 de ondas.

Em relação à incidência de ondas de SE e SSE, Figura 406 e Figura 407, respectivamente, assim como para as demais alternativas, foram os casos de onda que representaram as alterações mais significativas em termos de magnitude, atingindo valores próximo de 20 centímetros, e que atingiram regiões mais próximas à costa, ainda que restritas apenas à praia de Navegantes. Porém, ainda representam variações inexpressivas em relação ao impacto que estas alterações podem causar no ambiente.

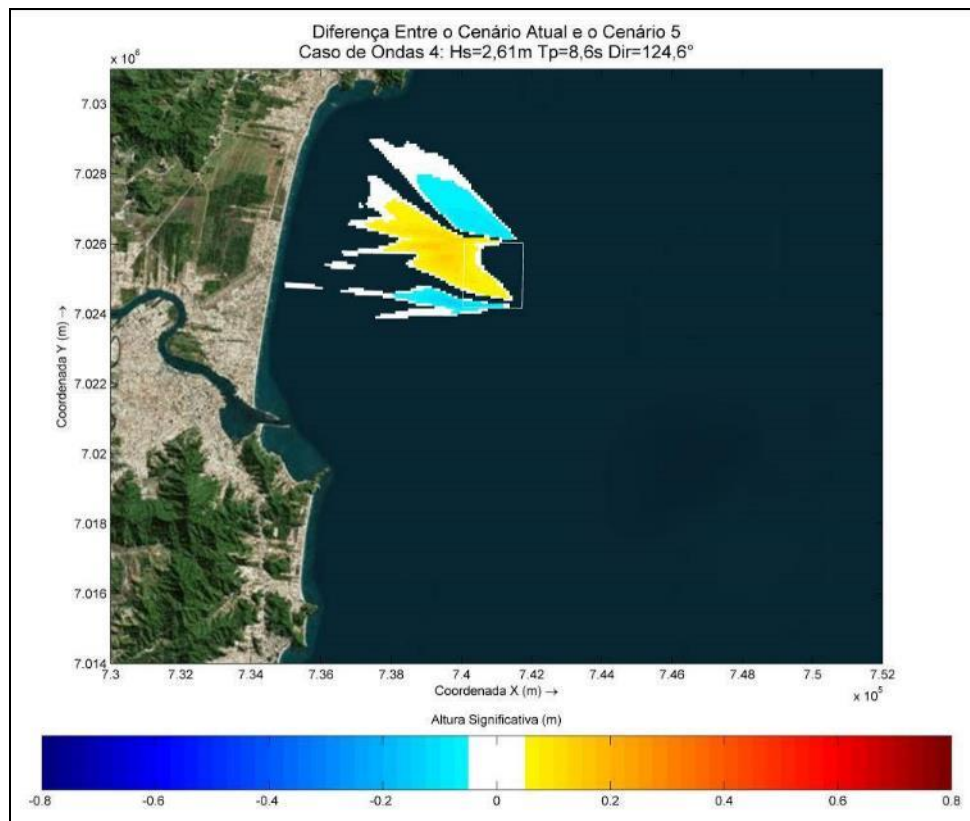


Figura 406. Diferença de Hs entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 4 de ondas.

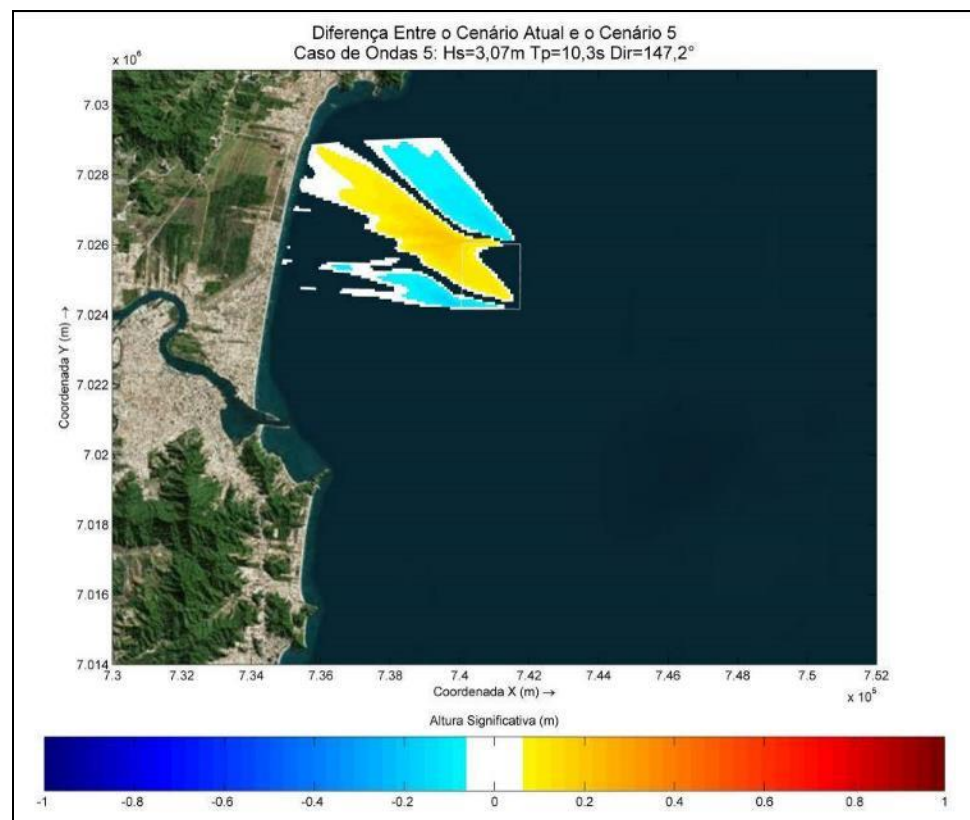


Figura 407. Diferença de Hs entre o Cenário Atual e a Alternativa 3 para o Caso 5 de ondas.

9.1.11.4.2. Dispersão da Pluma de Sedimentos

Para analisar a influência da pluma de dragagem do material a ser dragado do canal de acesso do rio Itajaí-Açu e bacia de evolução, e despejado na região do bota-fora, ao largo dos municípios de Itajaí e Navegantes, foram simulados cenários em condições de ventos predominantes no verão e inverno. Adicionalmente, para todos estes cenários, foram simulados condições em maré de sizígia, que tende a influenciar mais na dispersão da pluma de sedimentos comparativamente à condição de maré de quadratura, devido as maiores velocidades de correntes de maré.

Para todos os cenários simulados pela modelagem numérica de dispersão da pluma de sedimentos foram utilizados sedimentos da amostra com granulometria mais fina de dragagem (argila). Isto foi adotado como forma de representar o maior impacto possível em função da dispersão da pluma de sedimentos. Foi adotado como volume a ser despejado no bota-fora por viagem da draga o volume de 10.000 m³ de sedimentos, o que compreende o volume da cisterna da draga a ser utilizada no processo de dragagem.

Os resultados serão apresentados em função da alternativa locacional do bota-fora, sendo que os resultados serão apresentados para os tempos 3, 6, 12, 24, 36, 48 e 72 horas após o início do despejo do material dragado no bota-fora, sendo considerado o processo de dragagem ininterrupto.

9.1.11.4.2.1. Alternativa 1 de Bota-Fora

A Alternativa locacional 1 de bota-fora está localizada a 5,5 km da linha de costa, em frente à praia Brava, no Município de Itajaí, e tem seu ponto central de coordenadas UTM 741.115E, 7.017.704N. Situa-se entre as Isóbatas de 17 e 21 metros, possui uma área total 3.058.000 m², ou seja, necessitaria a deposição de um volume mínimo de 3.058.000 m³ de sedimentos para que ocorra a redução de 1 metro na profundidade da área do bota-fora, não considerando a dispersão dos sedimentos pelas correntes.

A análise da dispersão da pluma de dispersão dos sedimentos a serem despejados na área de bota-fora de Itajaí (Praia Brava), demonstraram a concentração máxima de sedimentos na coluna d'água na região do bota-fora de 1.400 mg/l de sedimentos, sendo que esta concentração máxima foi observada em um ponto localizado sobre o bota-fora, 48 horas após o início do despejo (Figura 413).

A máxima dimensão da pluma de dragagem foi observada após 72 horas do início do despejo com uma dimensão aproximada de 2 x 2,1 km. É importante salientar que a pluma de sedimentos extrapolou a área do bota-fora em uma distância de 0,4 km na direção oeste, 72 horas após o início do despejo, (Figura 414).

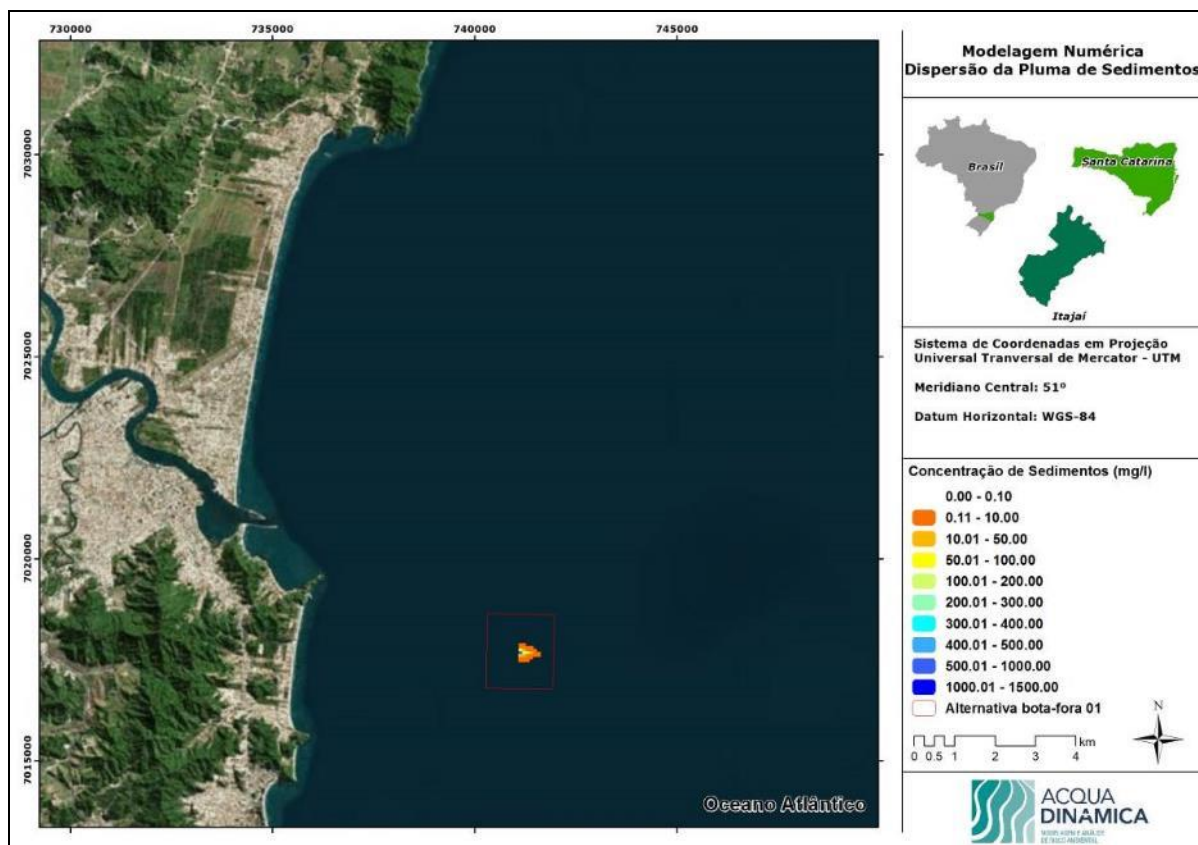


Figura 408. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 3 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de bota-fora.

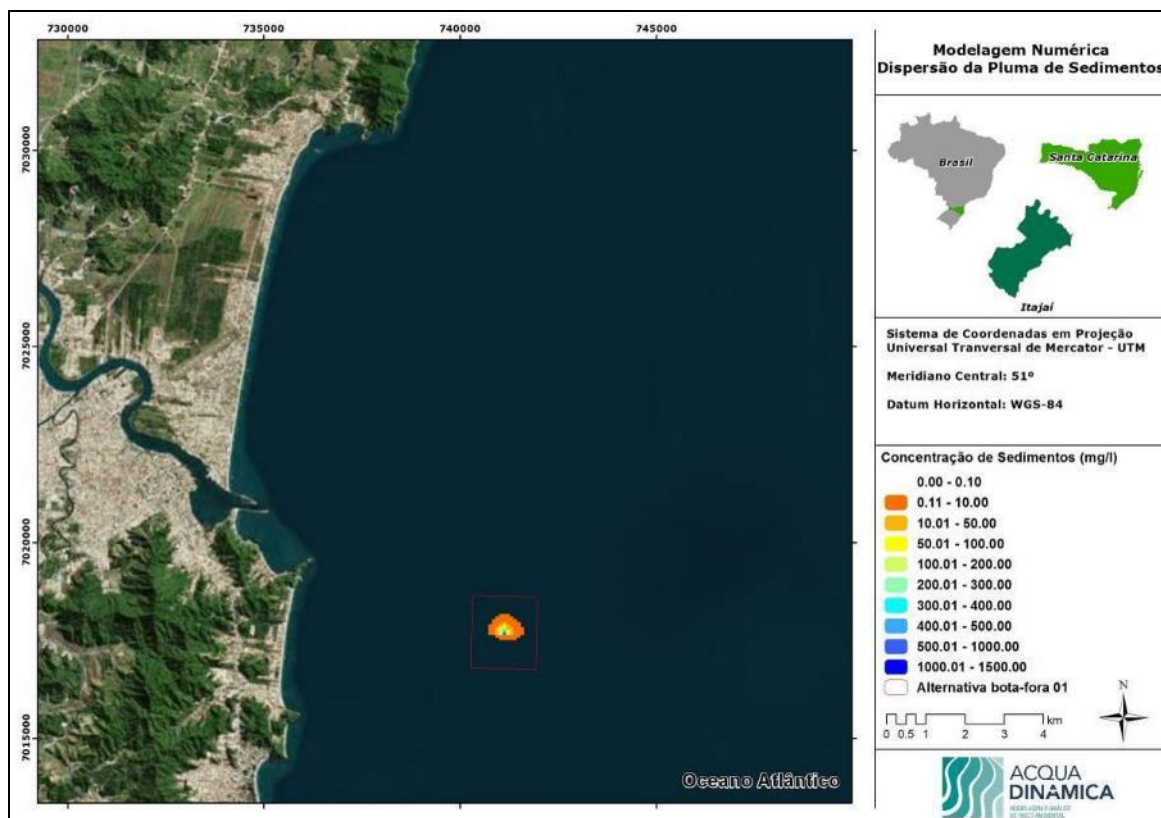


Figura 409. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 6 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de bota-fora.

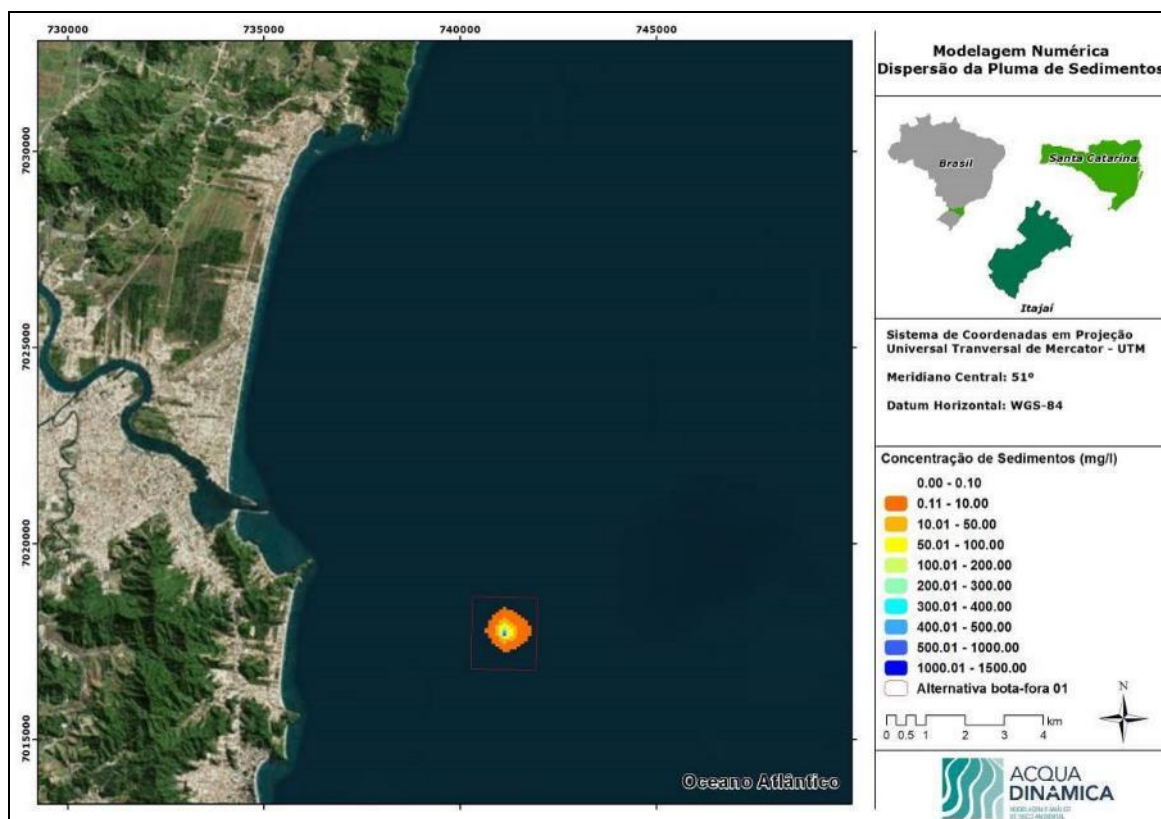


Figura 410. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 12 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de bota-fora.

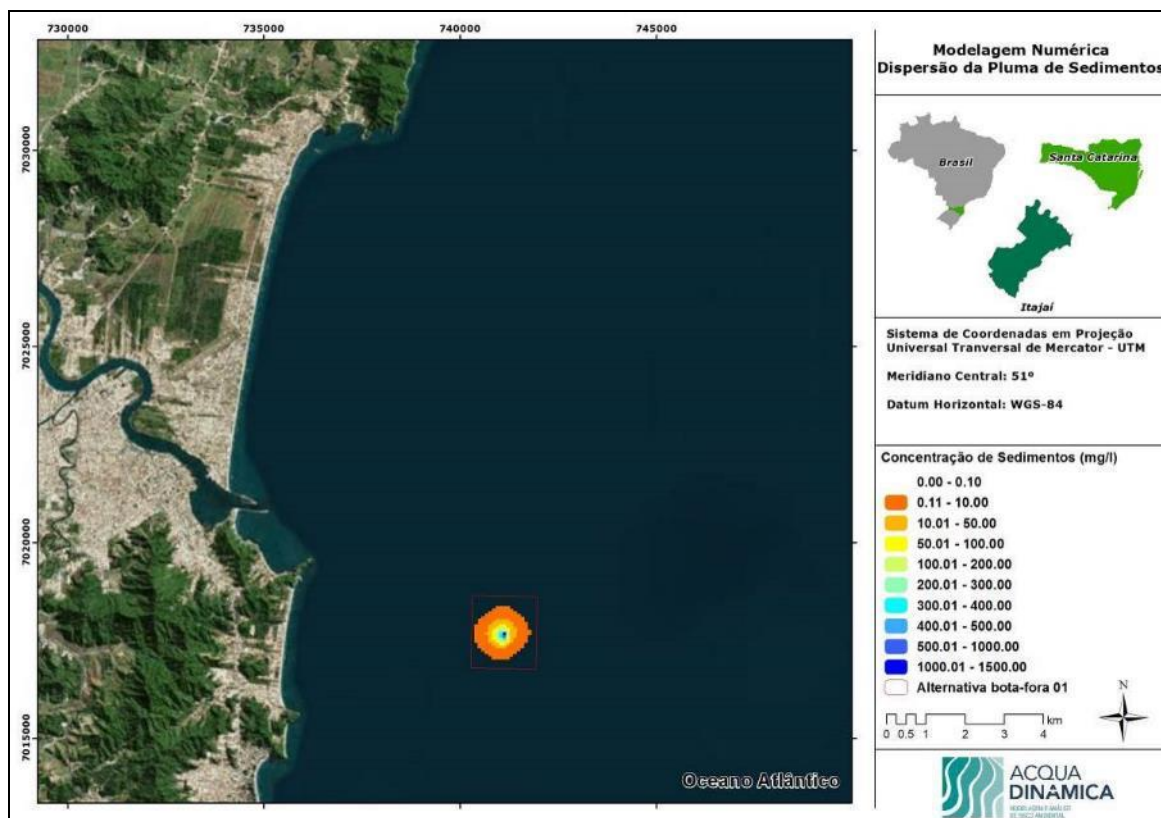


Figura 411. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 24 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de botafora.

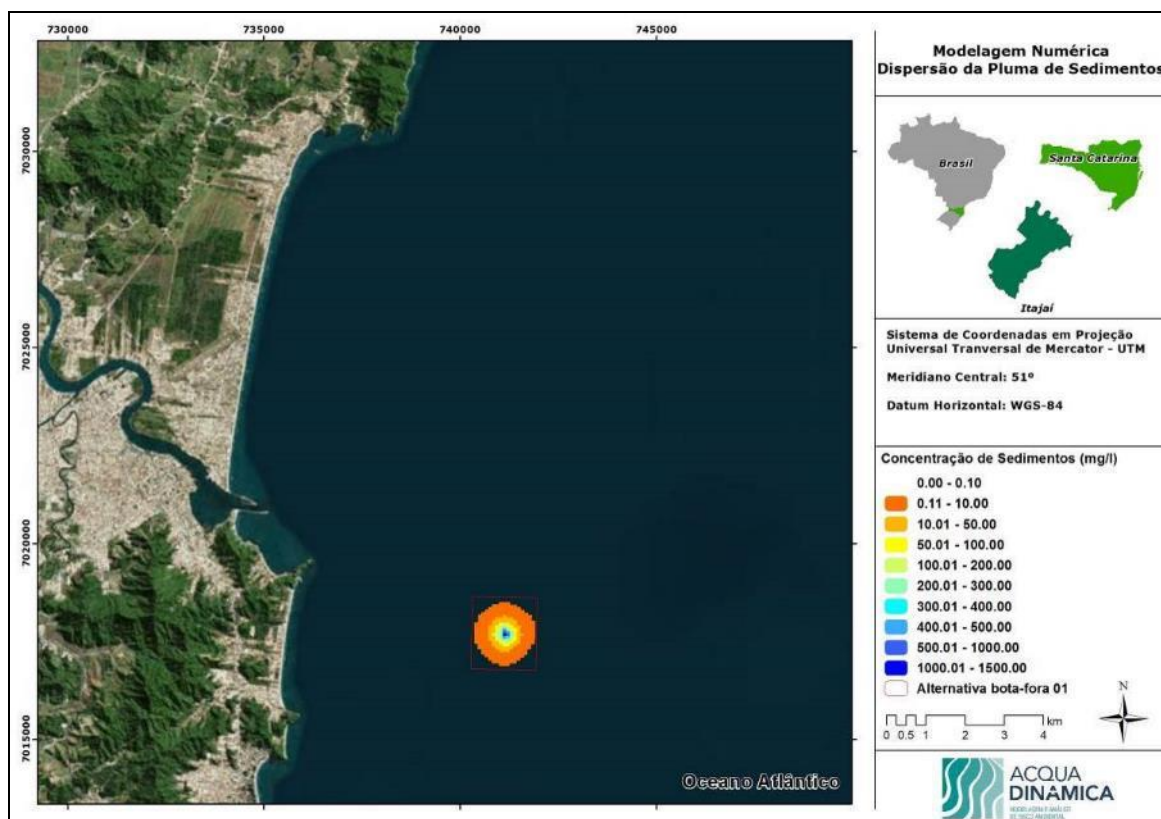


Figura 412. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 36 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de botafora.

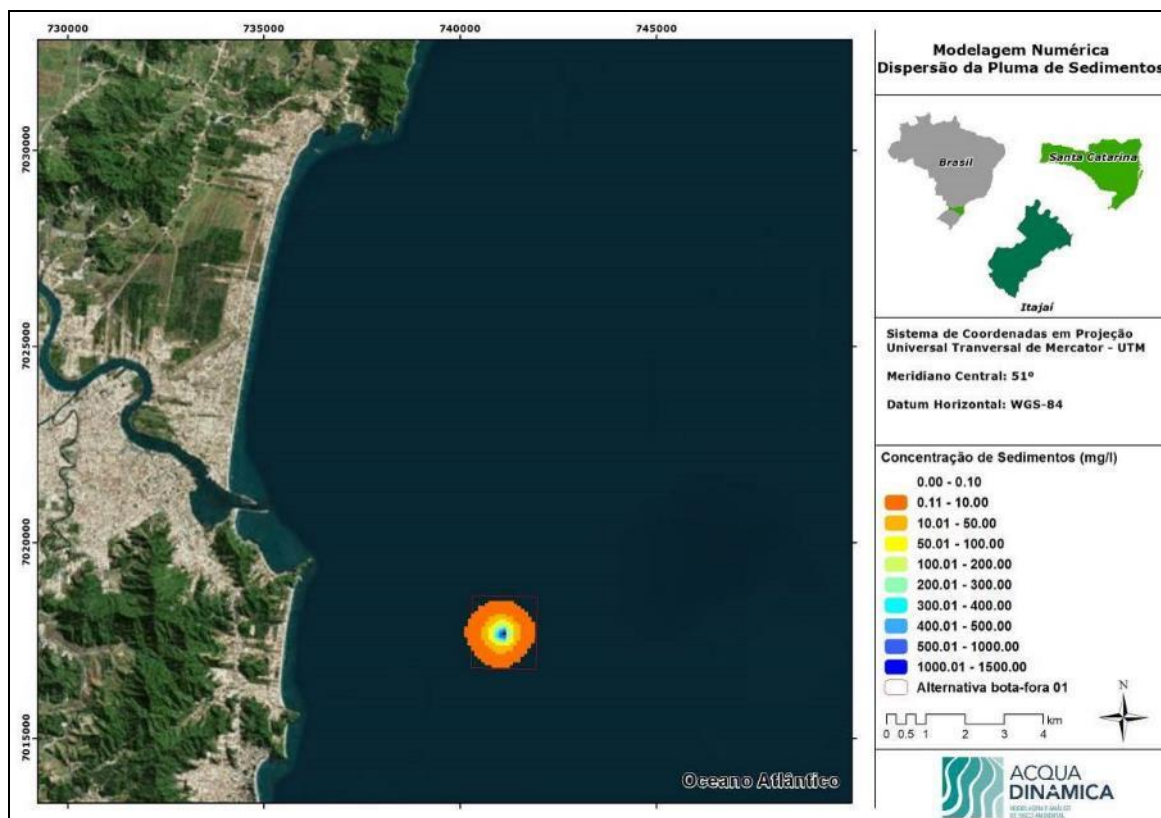


Figura 413. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 48 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de bota-fora.

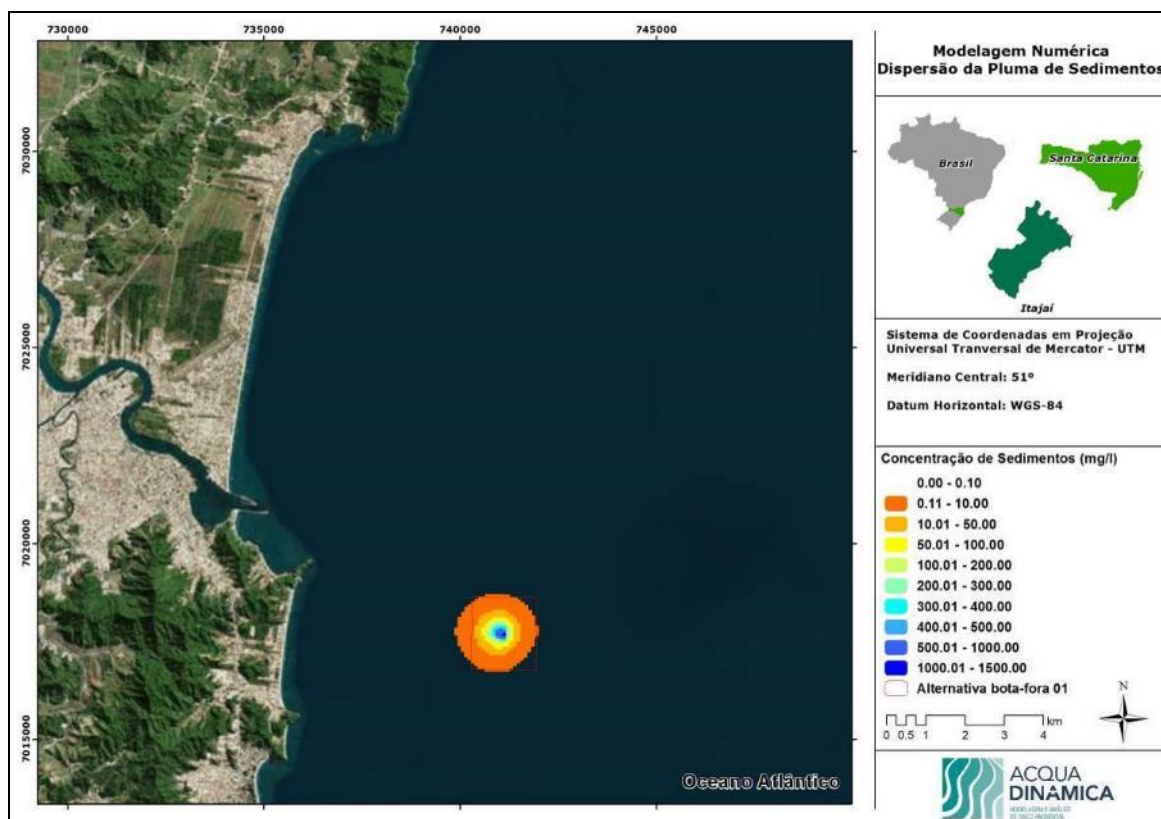


Figura 414. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 72 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 1 de bota-fora.

9.1.11.4.2.2. Alternativa 2 de Bota-Fora

A Alternativa locacional 2 de bota-fora está localizada a 8,25 km da linha de costa, em frente à praia Brava, no Município de Itajaí, e tem seu ponto central de coordenadas UTM 743.794E, 7.017.684N. Situa-se entre as isóbatas de 23 e 26 metros, possui uma área total 3.058.000 m², ou seja, necessitaria a deposição de um volume mínimo de 3.058.000 m³ de sedimentos para que ocorra a redução de 1 metro na profundidade da área do bota-fora, não considerando a dispersão dos sedimentos pelas correntes.

A análise da dispersão da pluma de dragagem dos sedimentos a serem despejados no bota-fora de Itajaí (bem ao largo da orla da praia Brava), demonstraram que a concentração máxima de sedimentos na coluna d'água na região do bota-fora foi de 1.500 mg/l de sedimentos, sendo que esta concentração máxima foi observada em ponto localizado sobre o bota-fora, 48 horas após o início do despejo (Figura 420).

A máxima dimensão da pluma de dragagem foi observada após 72 horas do início do despejo, com uma dimensão aproximada de 2,0 x 1,75 km. É importante salientar que a pluma de sedimentos extrapolou a área do bota-fora em 0,4 km para oeste, 72 horas após o início do despejo (Figura 421).

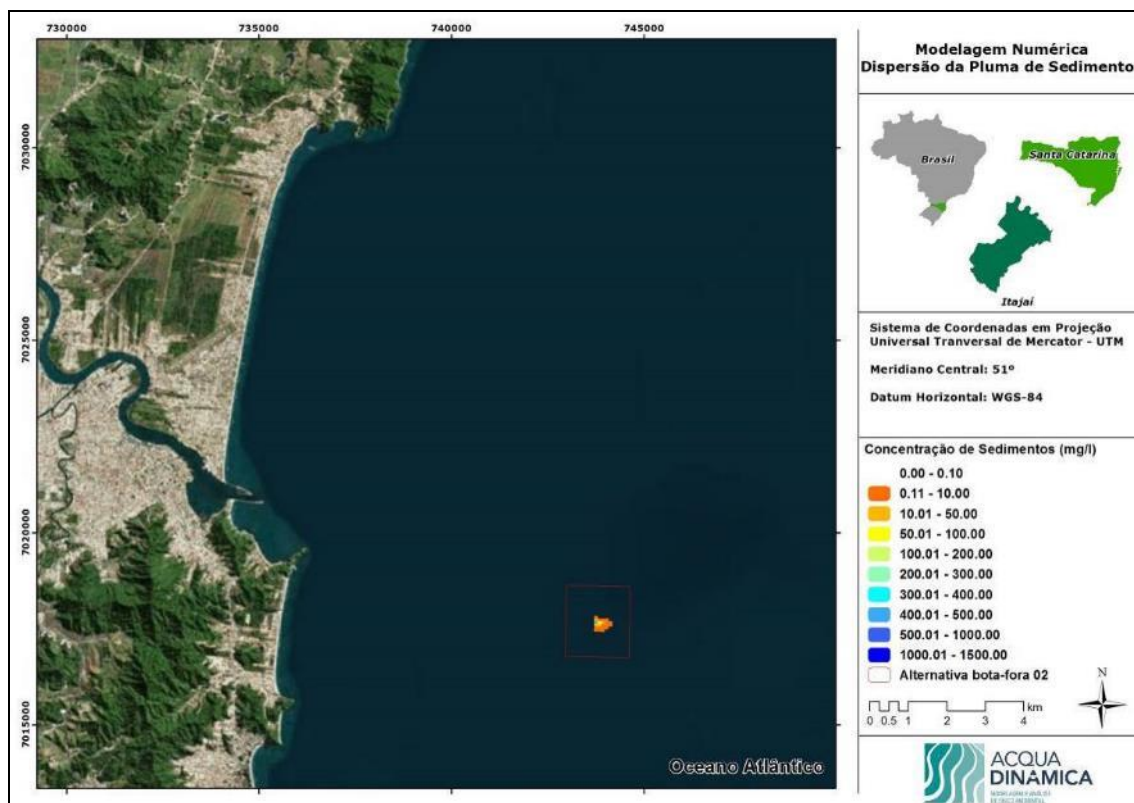


Figura 415. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 3 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

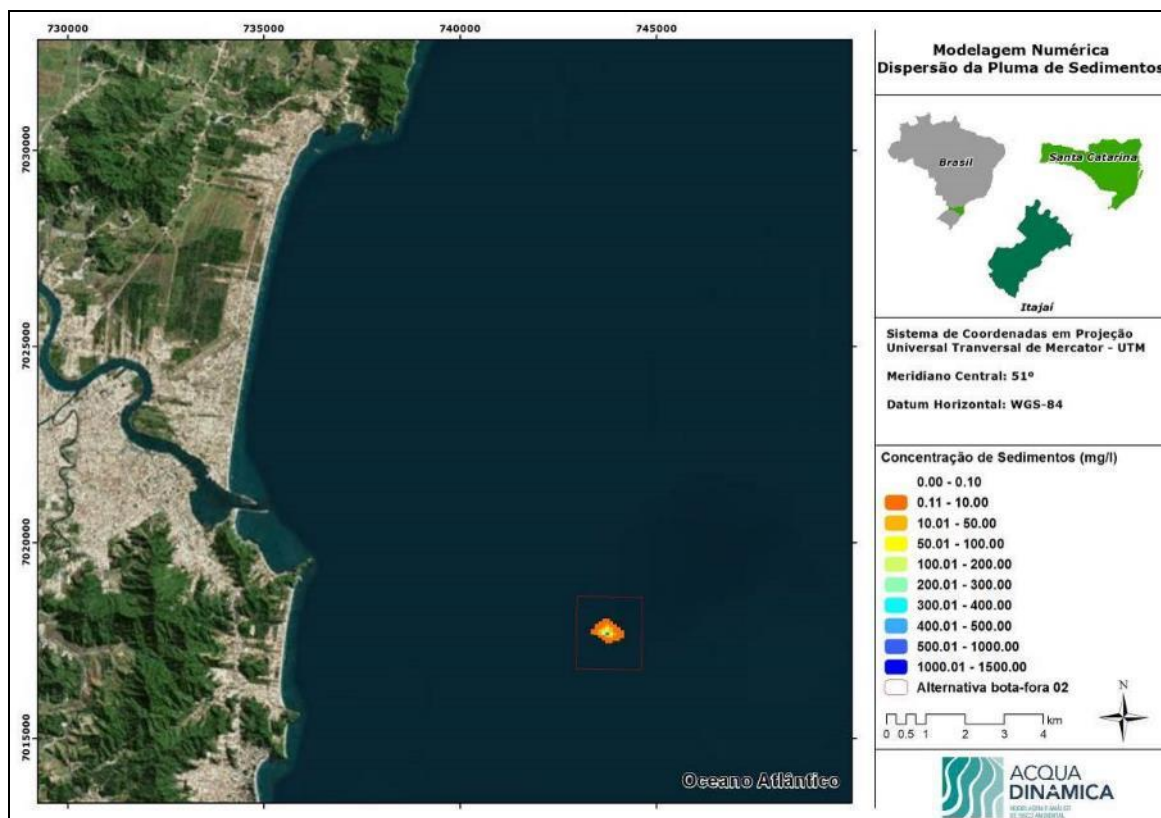


Figura 416. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 6 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

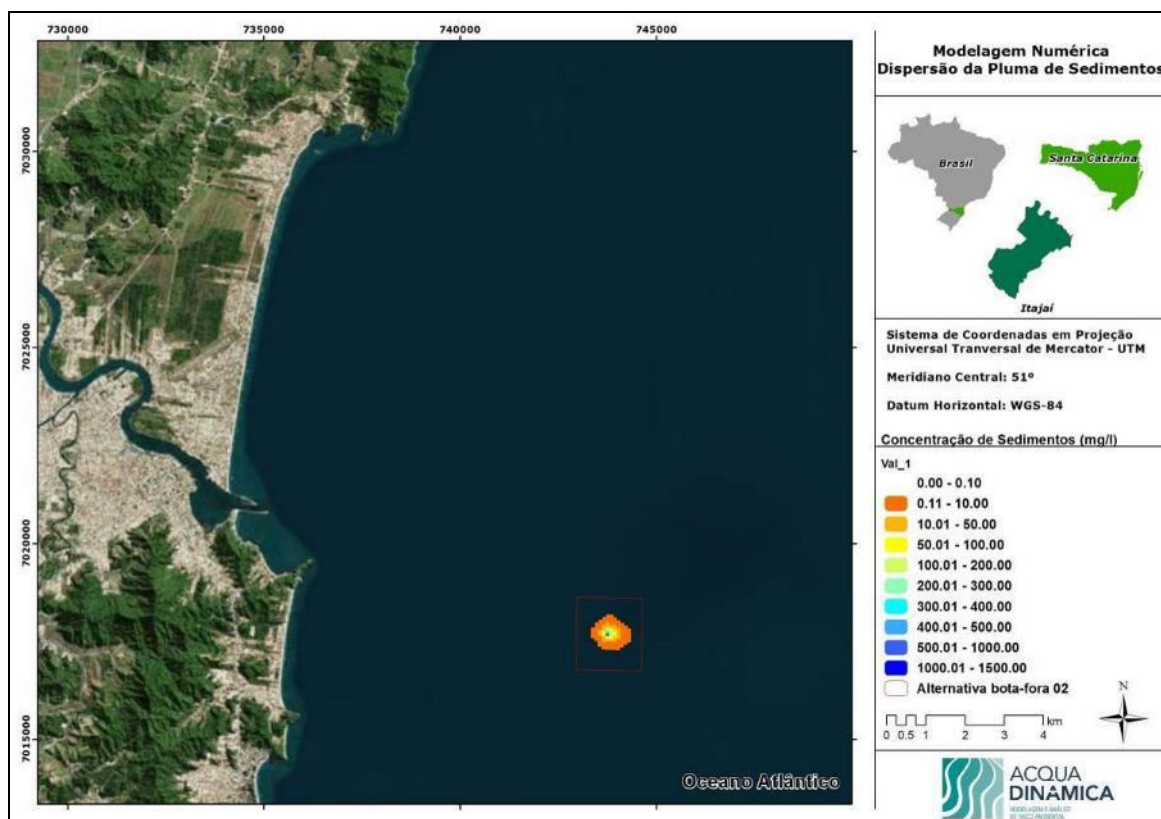


Figura 417. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 12 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

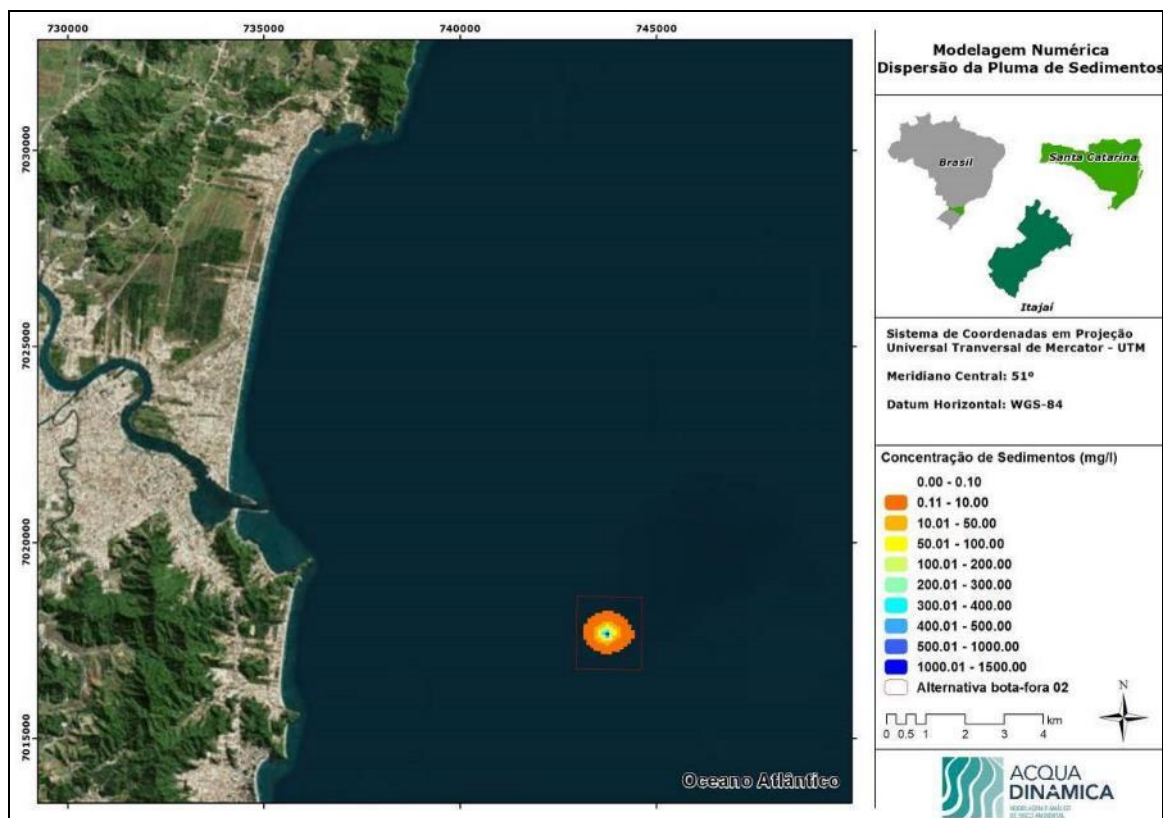


Figura 418. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 24 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

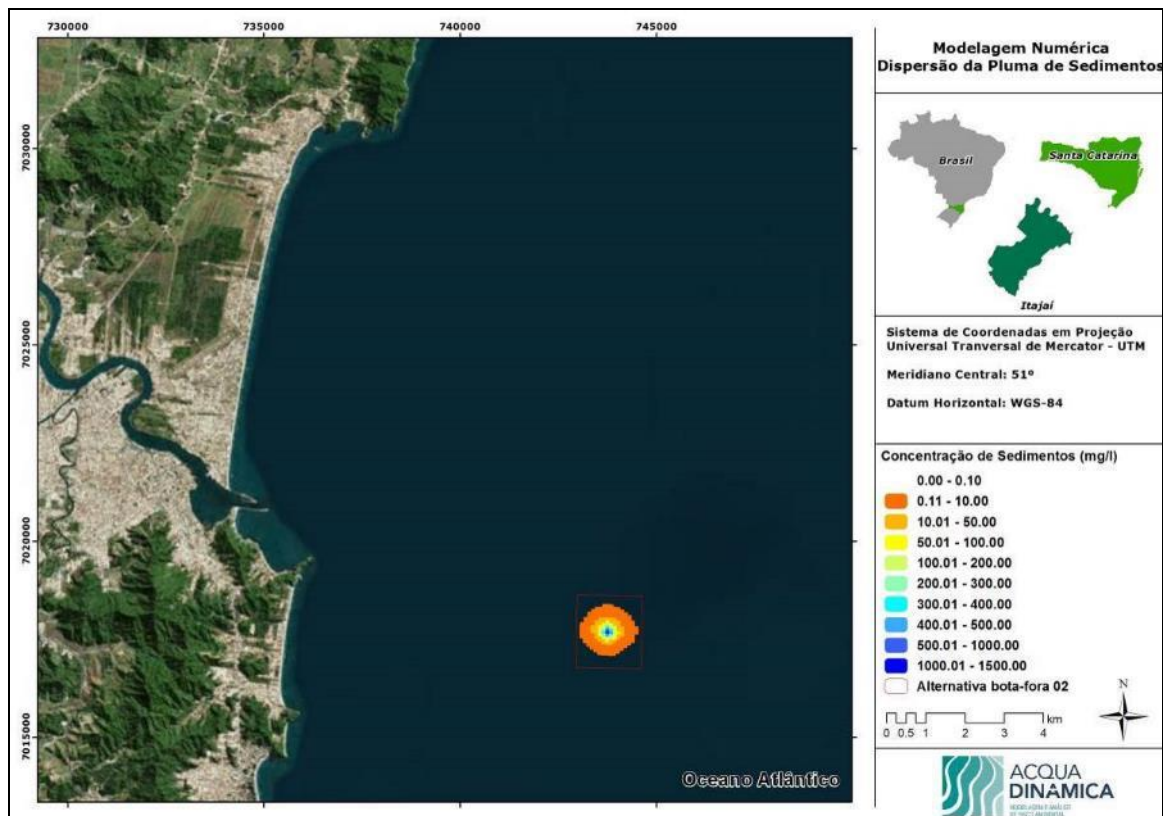


Figura 419. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 36 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

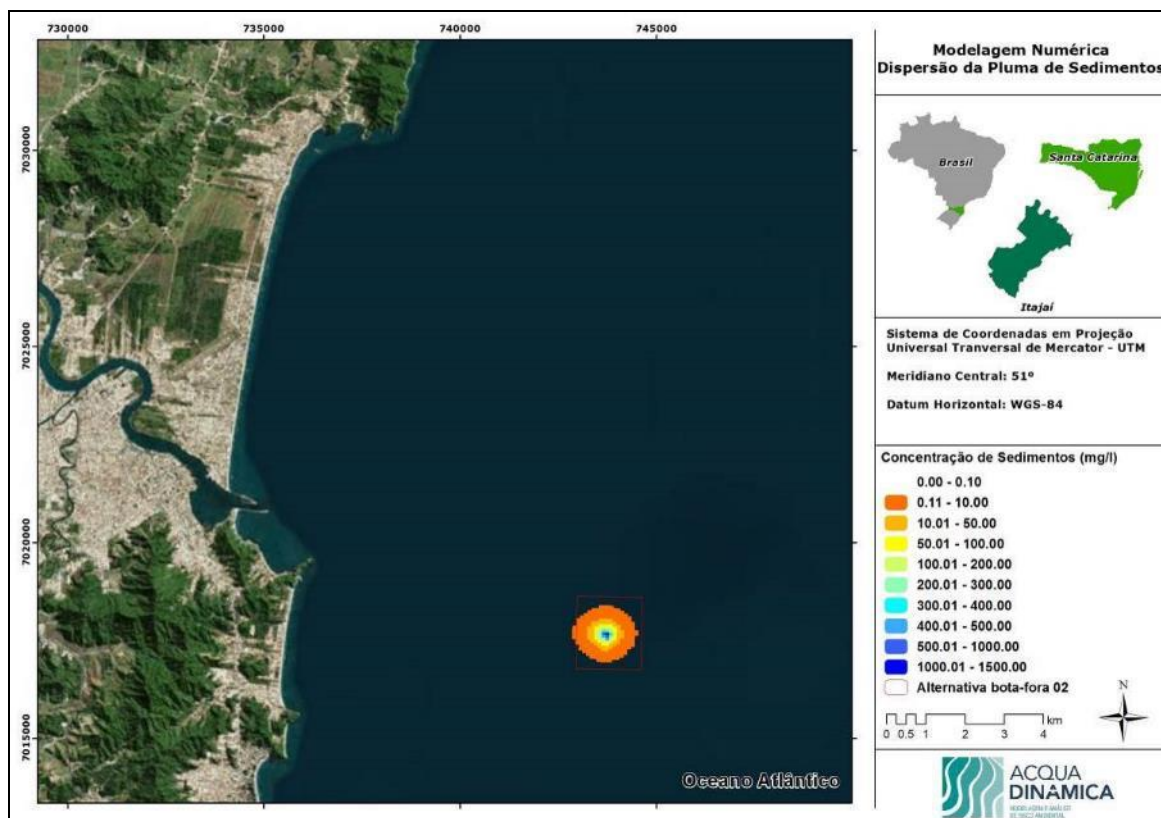


Figura 420. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 48 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

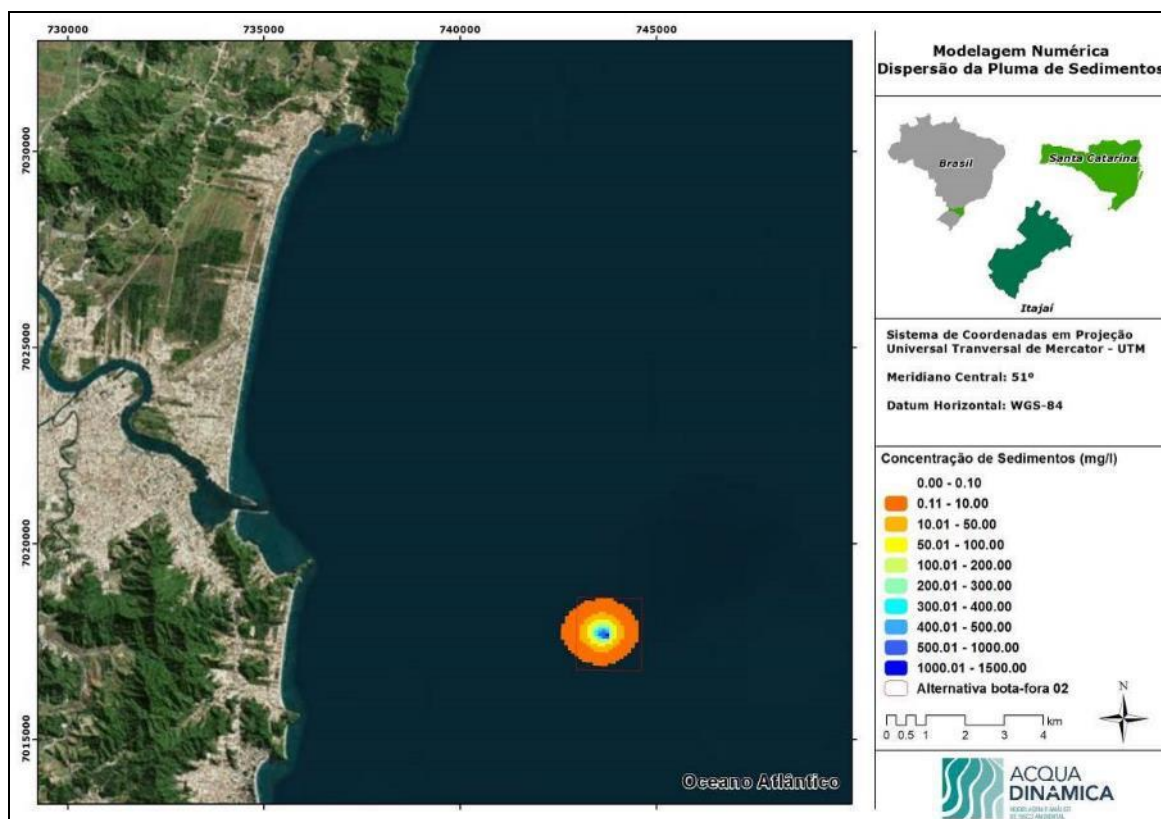


Figura 421. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 72 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 2 de bota-fora.

9.1.11.4.2.3. Alternativa 3 de Bota-Fora

A Alternativa Locacional 3 de bota-fora está localizada a 9 km da desembocadura do rio Itajaí-Açu, e tem seu ponto central de coordenadas UTM 743.966E, 7.021.264N. Situa-se entre as isóbatas de 22 e 25 metros, possui uma área total 3.058.000 m², ou seja, necessitaria a deposição de um volume mínimo de 3.058.000 m³ de sedimentos para que ocorra a redução de 1 metro na profundidade da área do bota-fora, não considerando a dispersão dos sedimentos pelas correntes.

A análise da dispersão da pluma de dragagem dos sedimentos a serem despejados no bota-fora de Itajaí demonstraram que a concentração máxima de sedimentos na coluna d'água na região do bota-fora foi de 1.500 mg/l de sedimentos, sendo que esta concentração máxima foi observada em um ponto localizado sobre o bota-fora, 24 horas após o início do despejo (Figura 425).

A máxima dimensão da pluma de dragagem foi observada após 72 horas do início do despejo, com uma dimensão aproximada de 2,2 x 1,1 km. É importante salientar que a pluma de sedimentos apresentou uma forma alongada, na direção oeste-leste, sendo que a pluma extrapolou a área do bota-fora em uma distância de 0,4 km para oeste e 0,1 km para leste, 72 horas após o início do despejo (Figura 428).

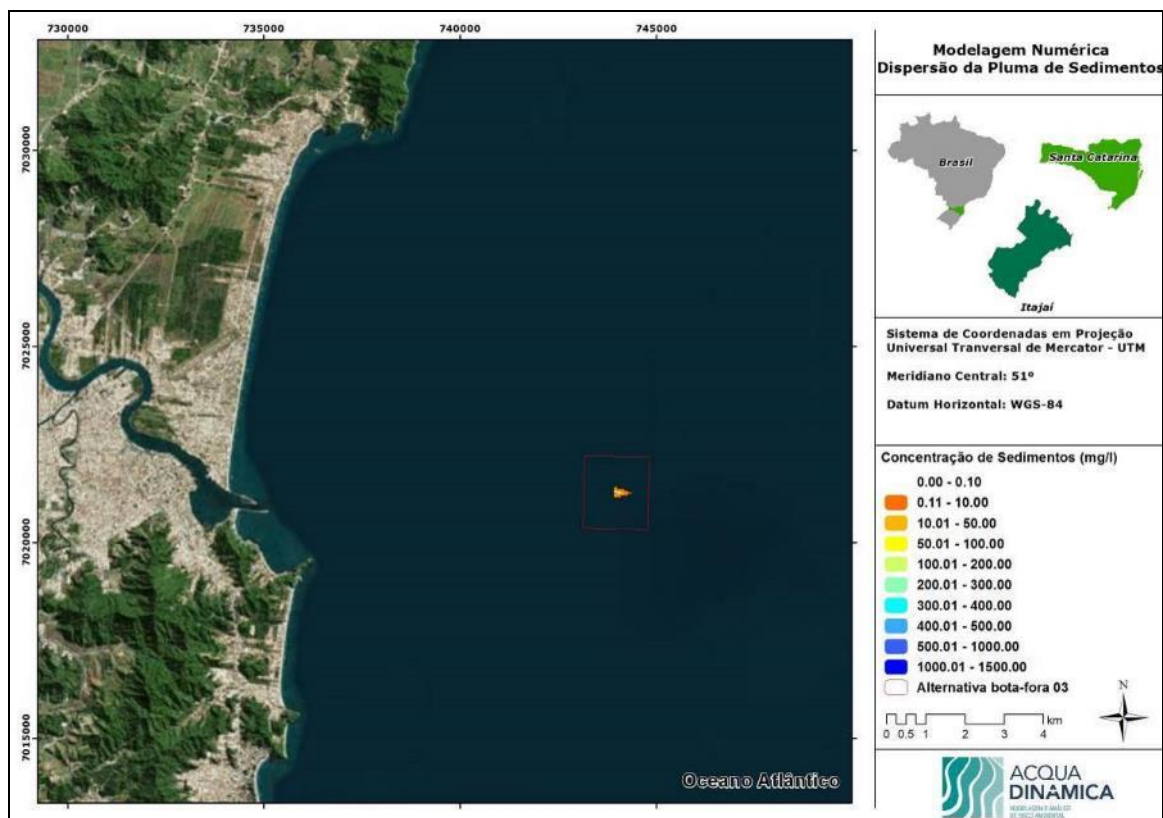


Figura 422. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 3 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

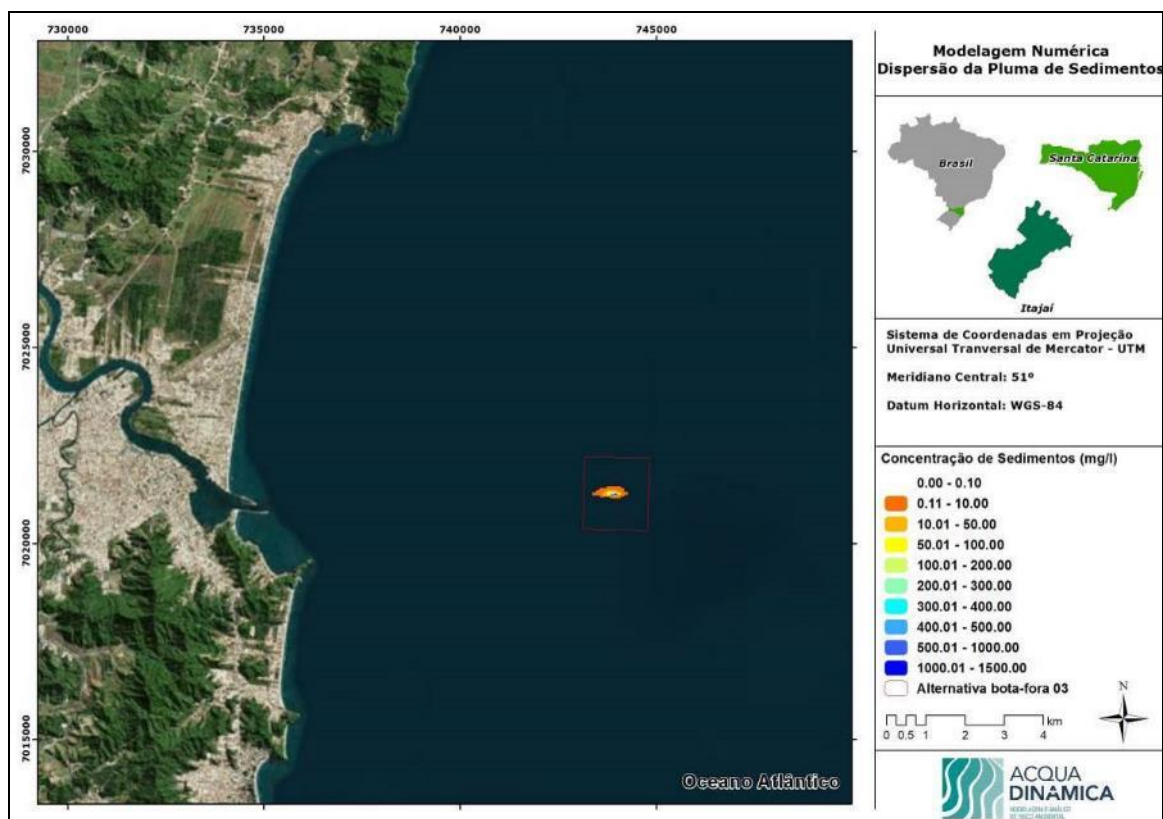


Figura 423. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 6 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

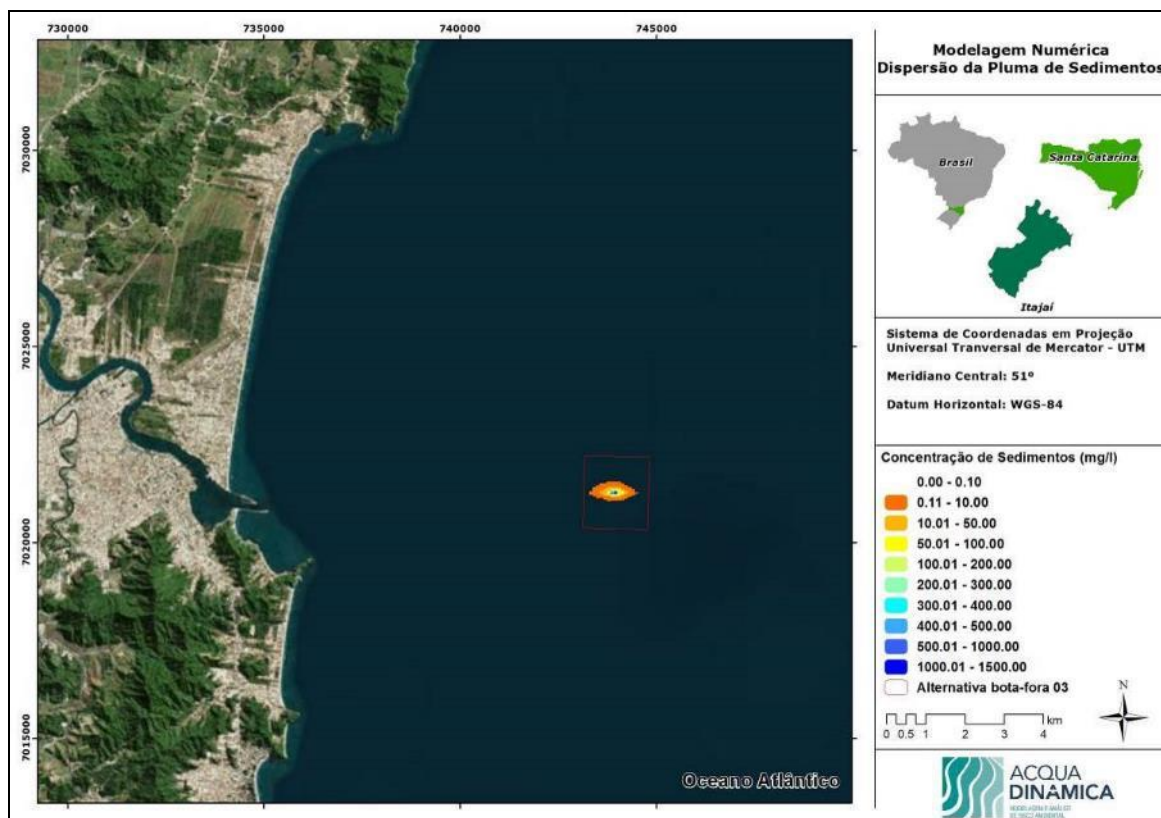


Figura 424. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 12 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

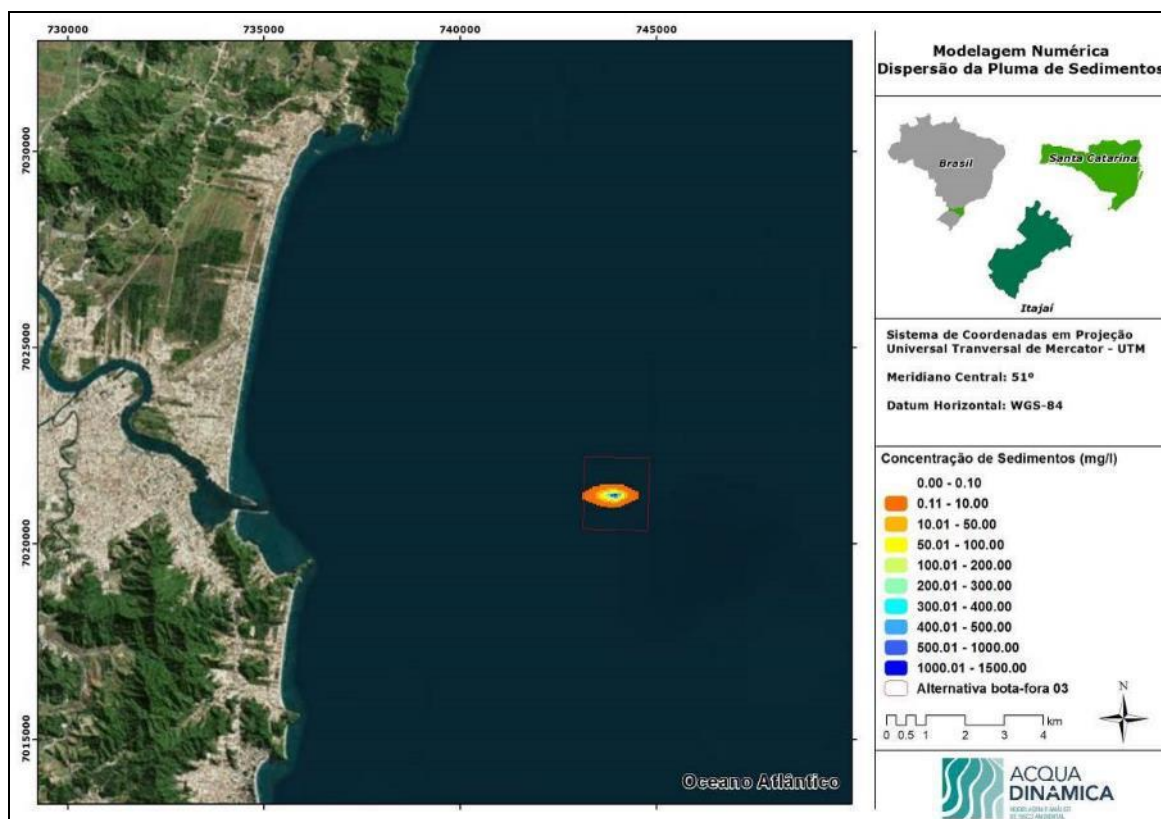


Figura 425. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 24 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

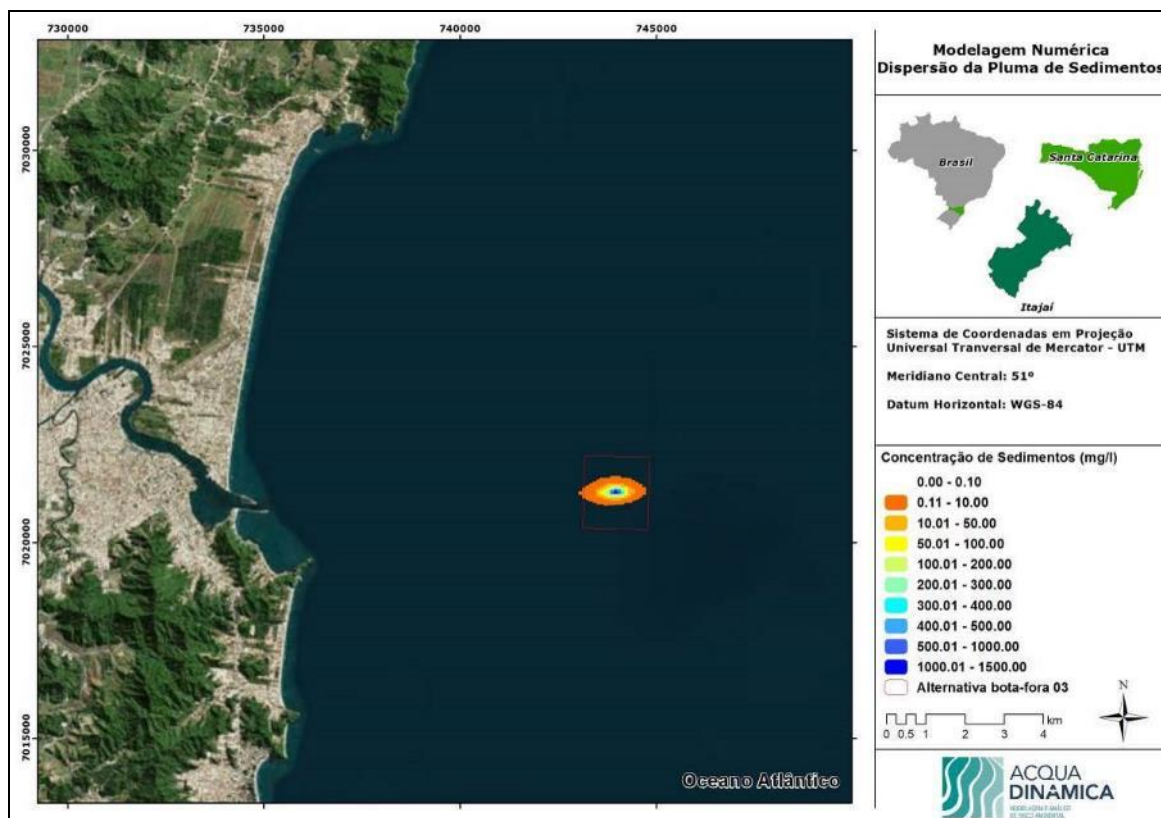


Figura 426. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 36 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

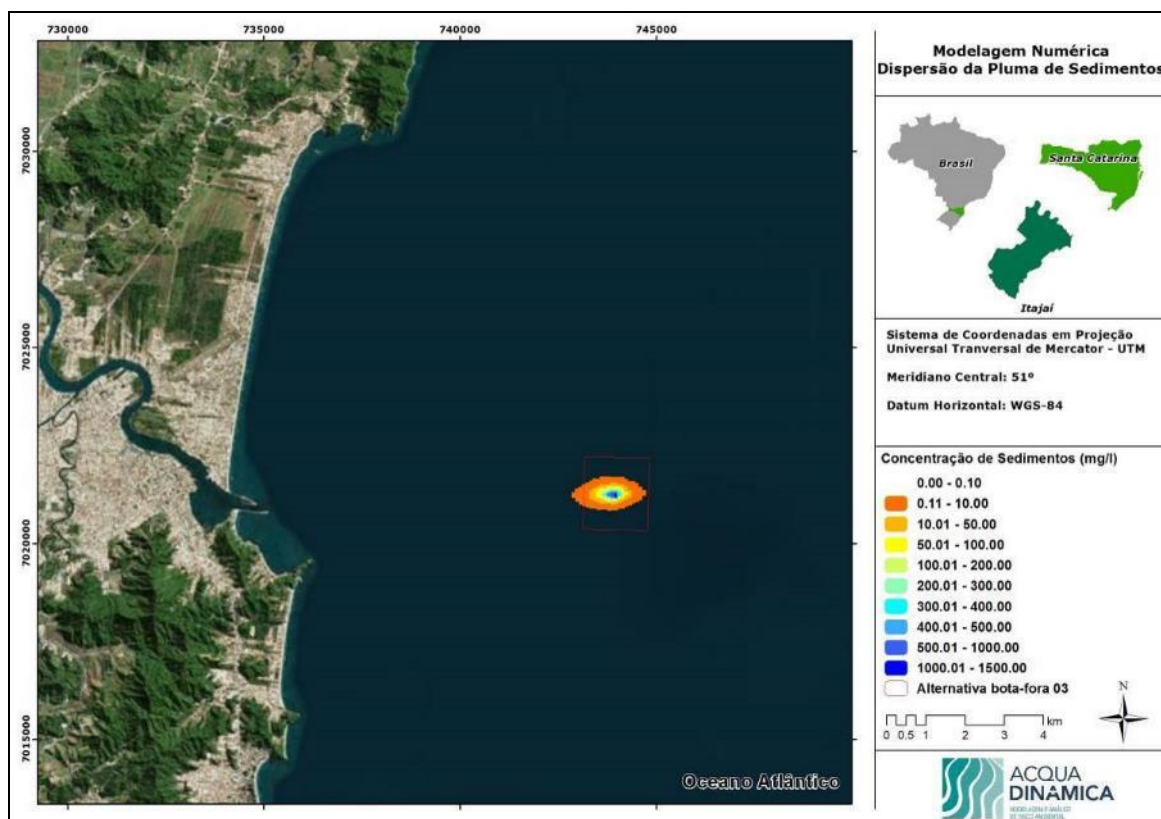


Figura 427. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 48 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

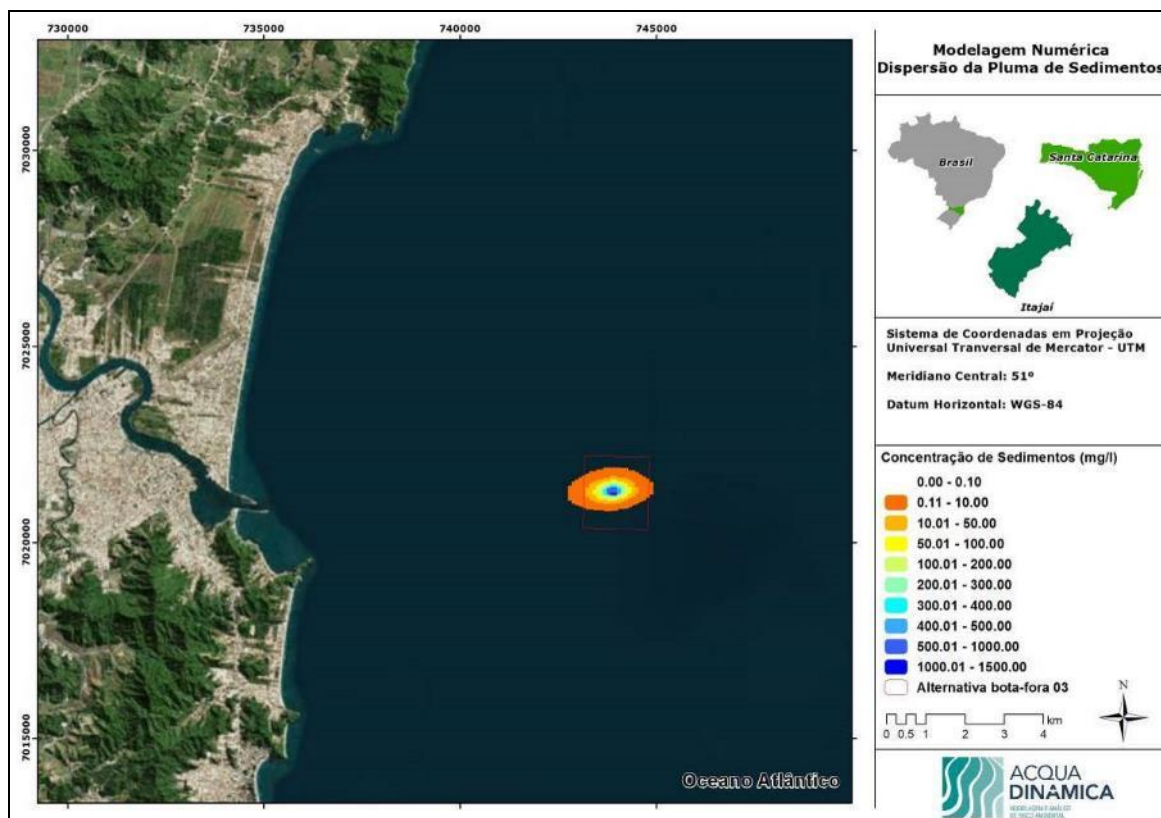


Figura 428. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 72 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 3 de bota-fora.

9.1.11.4.2.4. Alternativa 4 de Bota-Fora

A Alternativa Locacional 4 de bota-fora está localizada a 6,3 km da linha de costa, em frente ao Município de Navegantes, e tem seu ponto central de coordenadas UTM 740.903E, 7.025.109N. Situa-se entre as isóbatas de 16 e 19 metros, possui uma área total 3.058.000 m², ou seja, necessitaria a deposição de um volume mínimo de 3.058.000 m³ de sedimentos para que ocorra a redução de 1 metro na profundidade da área do bota-fora, não considerando a dispersão dos sedimentos pelas correntes.

A análise da dispersão da pluma de dragagem dos sedimentos a serem despejados no bota-fora de Itajaí, demonstraram que a concentração máxima de sedimentos na coluna d'água na região do bota-fora foi de 1.200 mg/l de sedimentos, sendo que esta concentração máxima foi observada em ponto localizado sobre o bota-fora, 24 horas após o início do despejo (Figura 432).

A máxima dimensão da pluma de dragagem foi observada após 72 horas do início do despejo, com uma dimensão aproximada de 3,1 x 1,7 km, apresentando um deslocamento no sentido noroeste. É importante salientar que a pluma de sedimentos

extrapolou a área do bota-fora em uma distância de 1,5 km da região do bota-fora, no sentido noroeste, 72 horas após o início do despejo (Figura 435).

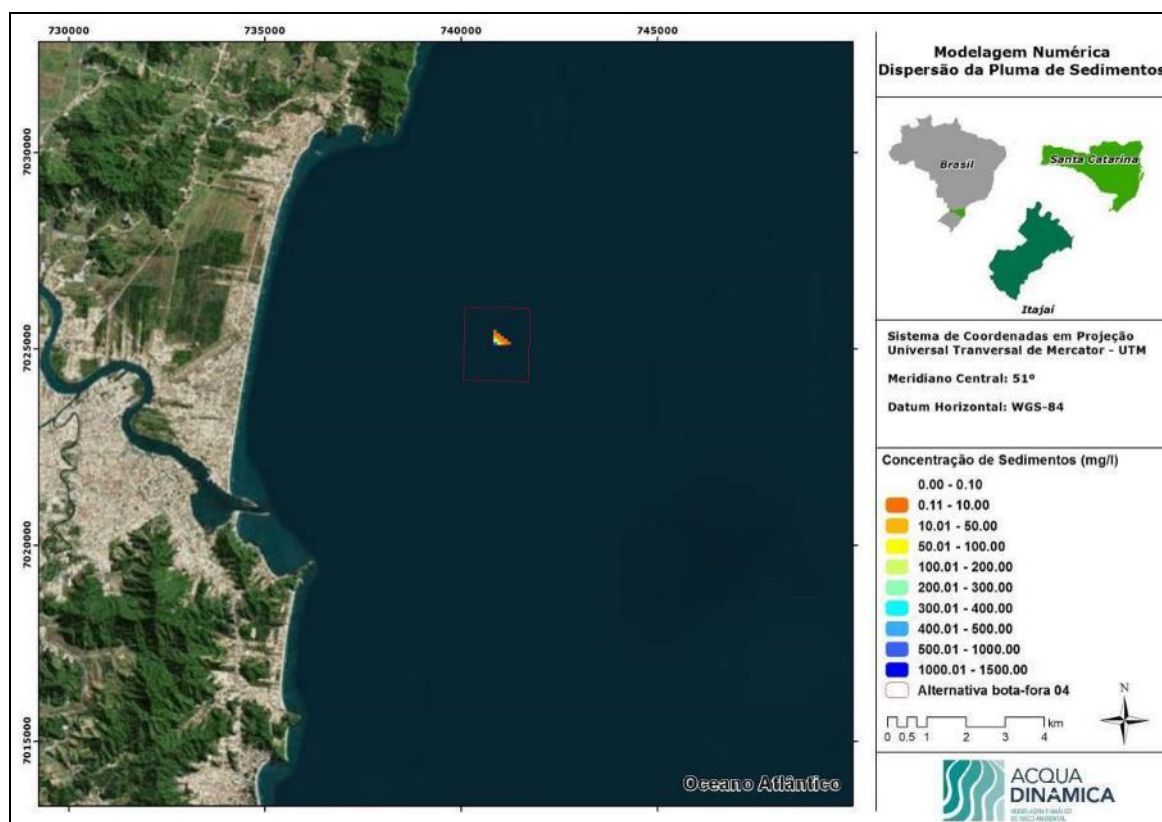


Figura 429. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 3 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

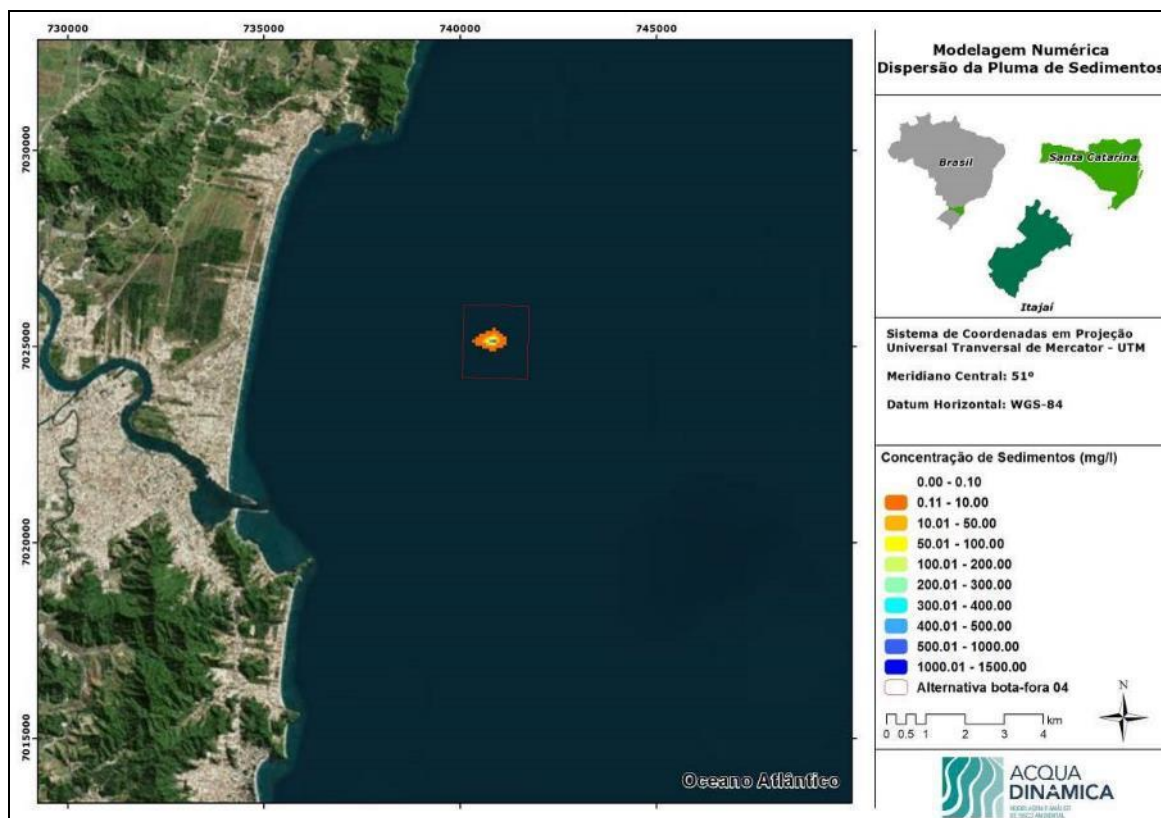


Figura 430. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 6 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

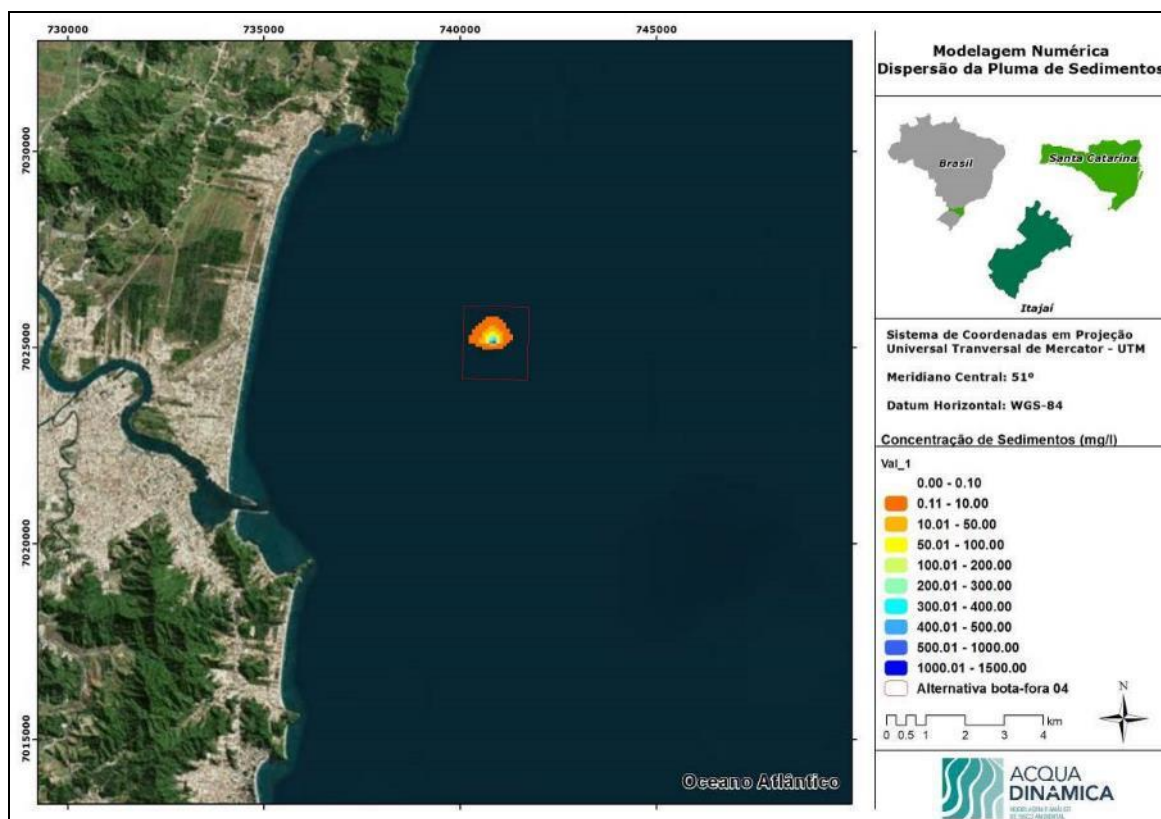


Figura 431. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 12 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

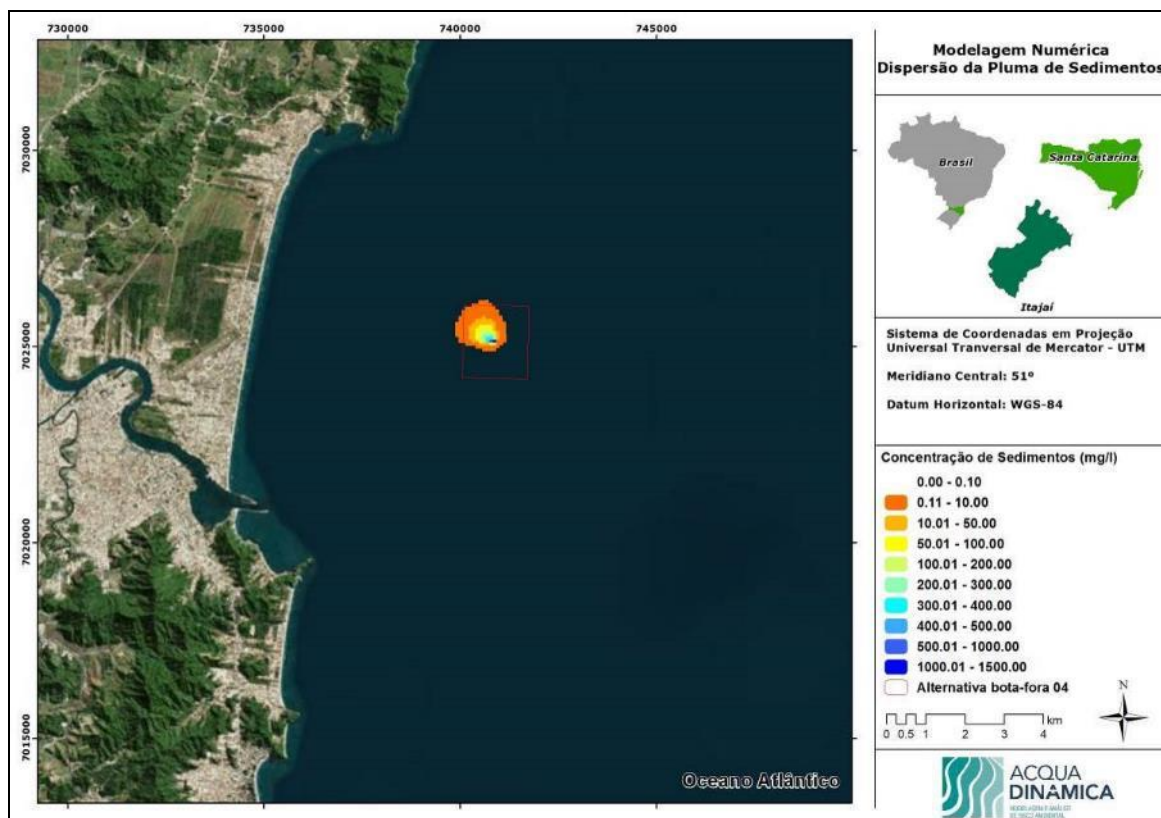


Figura 432. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 24 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

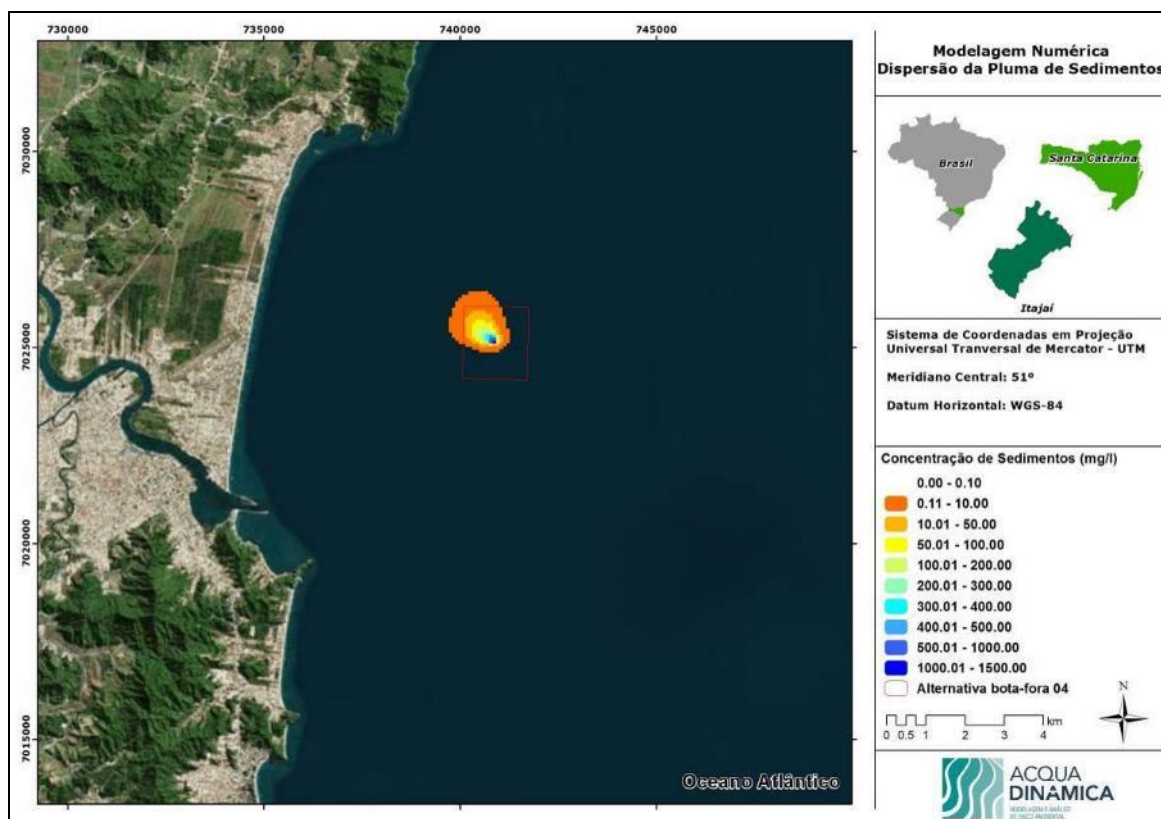


Figura 433. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 36 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

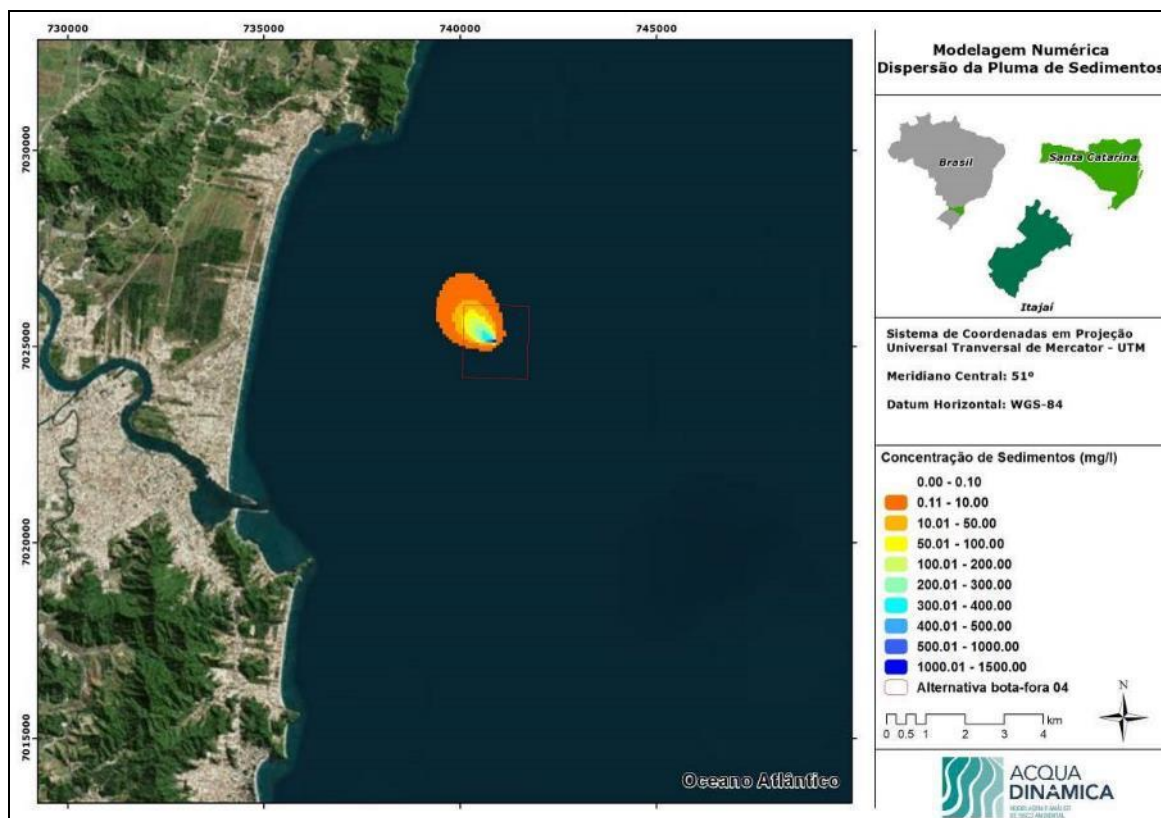


Figura 434. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 48 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

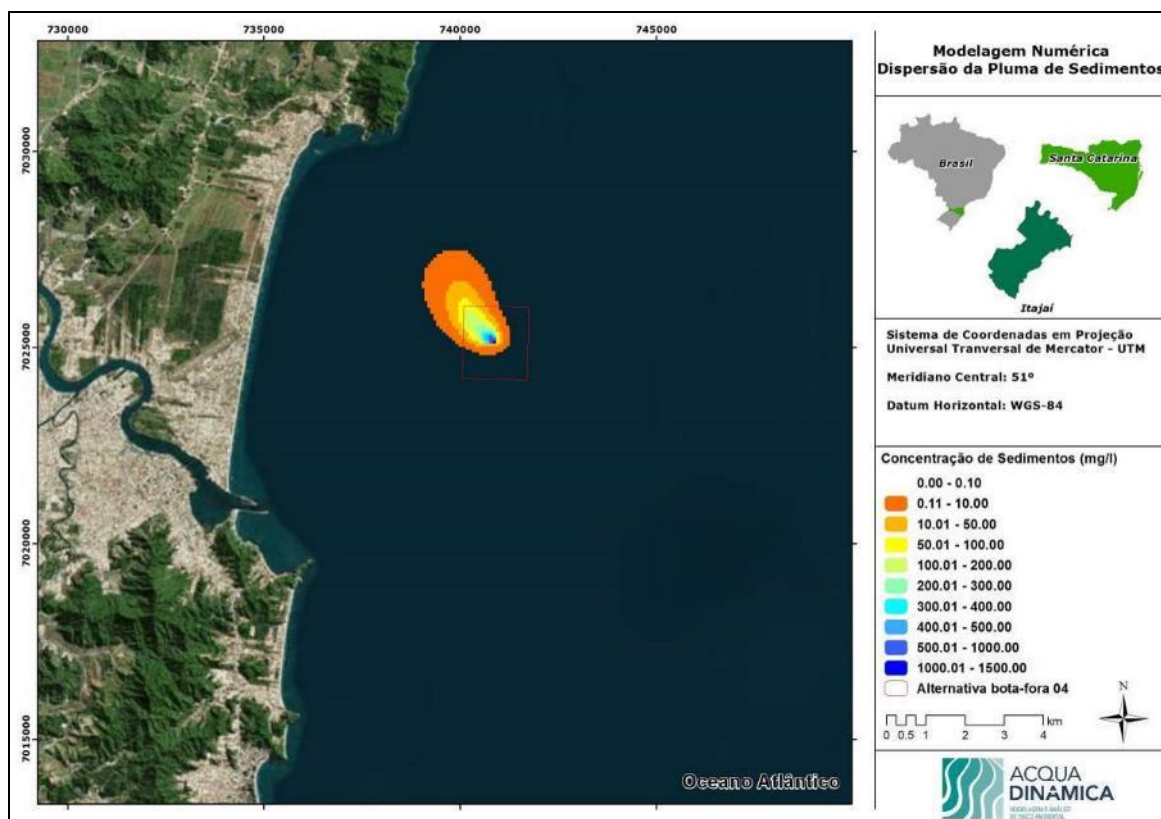


Figura 435. Pluma de dispersão para um volume de 10.000 m³, após 72 horas de serem despejados na Alternativa Locacional 4 de bota-fora.

9.1.11.5. Considerações Finais

No presente estudos foram apresentados as modelagens de propagação de ondas e de dispersão de pluma de sedimentos, após seu descarte em bota-fora, com o intuito de ilustrar as possíveis alterações causadas no ambiente em função da escolha de uma nova área de despejo para os sedimentos dragados no canal de acesso e bacia de evolução do Complexo Portuário do rio Itajaí.

Em relação à incidência de ondas, para a Alternativa 1 de área de bota-fora, que se localiza mais próximo da praia Brava entre as demais alternativas, observou-se que para os casos 1, 2 e 3 de onda (ENE, E, e ENE extremo) não houveram alterações significativas de altura de onda em relação ao Cenário Atual, apenas variações na ordem de 10 centímetros restritas aos arredores do bota-fora. Para os casos de SE e SSE as variações de altura de onda se estenderam entre a região do bota-fora e a costa, porém, também com uma variação de 10 centímetros em relação ao Cenário Atual, não representando mudanças expressivas no local.

Para a Alternativa 2 de bota-fora foram observadas praticamente as mesmas alterações descritas para a Alternativa 1 em relação ao Cenário Atual, porém, em menor intensidade, visto que se trata de uma área mais profunda, minimizando a influência da profundidade na incidência de onda local.

Em relação a Alternativa 3 de bota-fora, que se localiza mais distante da costa em relação às outras alternativas propostas, observaram-se as menores alterações de altura de onda se comparado com o cenário atual. Para os casos de onda de ENE não foi observada nenhuma variação; já para o caso de E e ENE extremo as variações foram positivas, mas representadas por áreas muito pequenas e apenas próximas ao bota-fora. Assim como nos outros cenários simulados, as ondulações provenientes de SE e SSE apresentaram as maiores alterações em relação ao cenário atual. Neste caso nota-se variações que atingem a costa, porém ainda de baixa magnitude, em torno de 15 centímetros.

Para a Alternativa 4 de bota-fora foram observadas as maiores alterações de altura significativa de onda em relação ao cenário atual. Apesar de que para os casos de ENE, E e ENE extremo as variações foram inferiores a 10 centímetros, para os casos de SE e SSE os valores de variação de Hs foram de aproximadamente 20 centímetros. Nota-se

uma influência maior na costa, limitada à praia de Navegantes, por ser a praia mais próxima desta alternativa de área de despejo.

A análise da dispersão da pluma de dispersão dos sedimentos a serem despejados na área de bota-fora de Itajaí (Praia Brava), demonstraram a concentração máxima de sedimentos na coluna d'água na região do bota-fora de 1.500 mg/l de sedimentos, para as alternativas locais de bota-fora 3 e 4, sendo que estas concentrações foram observadas 24 horas após o início do despejo.

Para as alternativas 1, 2 e 3 a pluma extrapolou a área do bota-fora em no máximo 400 metros, sendo que para a Alternativa 4 a pluma de sedimentos extrapolou a área do bota-fora em 1.500 metros, sendo que para esta alternativa a pluma apresentou uma dispersão no sentido noroeste.

Em nenhum dos cenários de dispersão da pluma de sedimentos avaliados foi verificada a aproximação da pluma de sedimentos da linha de costa.

9.1.12. Diagnóstico dos Níveis de Pressão Sonora

9.1.12.1. Introdução

Dentre tantas manifestações agressivas perante o meio ambiente, existe uma modalidade, que apesar de ficar atrás da poluição do ar e das águas, deve ser debatida com mais ênfase, pois traz em seus meandros (como tantas outras formas de poluição) uma gama de consequências para a saúde, o bem-estar e a própria qualidade de vida dos homens. A Poluição Sonora constitui-se no tipo de degradação que mais se agrava com o transcorrer dos tempos, exigindo em seu habitual silêncio soluções que contemplem a qualidade de vida tão almejando pelas populações (ENIZ, 2004).

O IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) conceitua poluição sonora como sendo o conjunto de todos os ruídos provenientes de uma ou mais fontes sonoras, manifestadas ao mesmo tempo num ambiente qualquer.

A Poluição Sonora apresenta reflexos em todo o organismo e não apenas no aparelho auditivo. Os ruídos podem causar vários distúrbios, desde a alteração do humor, insônia e, até mesmo, a capacidade de concentração. Provoca, ainda, interferências no

metabolismo de todo o organismo com riscos de alterações cardiovasculares e da perda auditiva (OMS, 1990).

Elevados níveis de ruídos provocam, além da perda orgânica da audição, efeitos psicológicos, distúrbios neuro-vegetativos, náuseas e cefaléias, redução da produtividade, aumento do número de acidentes, de consultas médicas e do absenteísmo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2002), os níveis de ruído nas empresas brasileiras são absurdamente excessivos, não sendo o problema auditivo o mais alarmante e, sim os efeitos no sistema nervoso o item a ser mais enfocado.

A Organização Mundial da Saúde considera que o início do estresse auditivo se dá sob exposições a 55 dB, conforme apresentado na Figura 436.

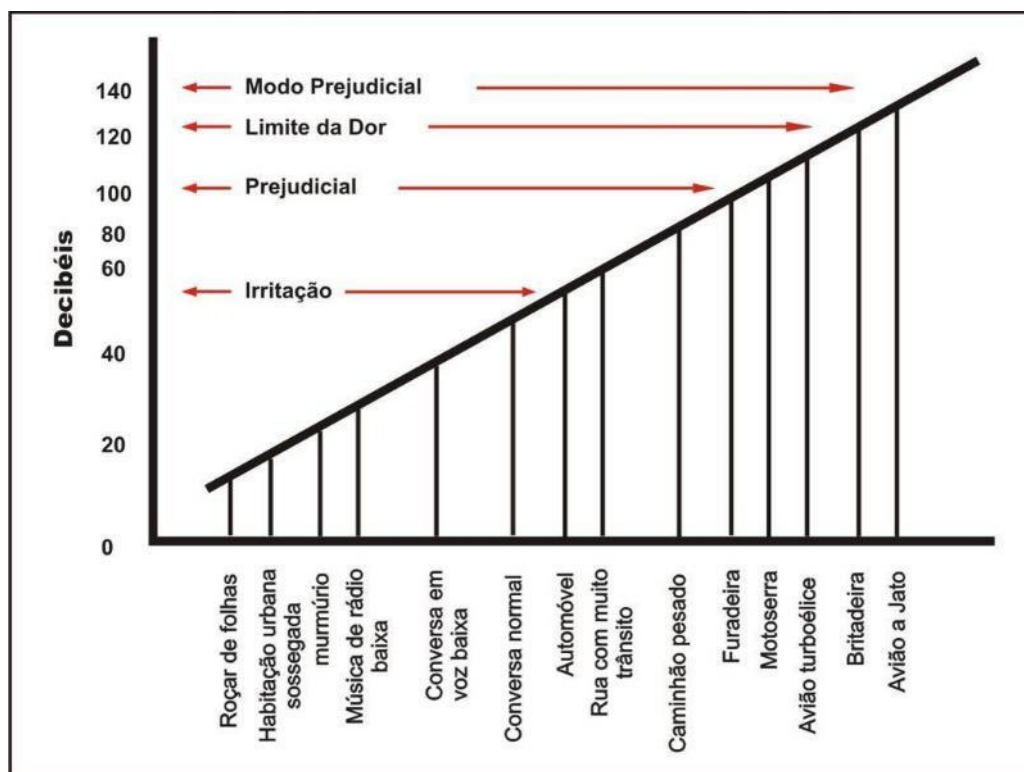


Figura 436. Exemplos de níveis de pressão sonora e seus danos causados a saúde humana (Modificado de SOUZA, 1998).

O ruído oriundo do tráfego é uma das formas mais difundidas de contaminação sonora. Os automóveis, ônibus e caminhões que circulam nos grandes centros urbanos produzem ruídos entre 85 e 95 dB[A]. Entretanto, os aviões são os responsáveis pelos mais elevados níveis de pressão sonora, situados entre 130 e 140 dB (A) (ZANER, 1991 *apud* RUSSO, 1997).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA publicou a Resolução CONAMA Nº 001 de 8 de março de 1990, que: *“dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política”*. Destaca-se, para fins do presente diagnóstico, o que estabelece a Resolução:

“I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR-10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT”.

A NBR 10.151 fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, apresentando o método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, no caso dos ruídos apresentarem características especiais, e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores. Esta norma foi elaborada em 1987, tendo sua redação revisada e substituída no ano de 2000.

9.1.12.2. Metodologia

Para a realização do diagnóstico dos níveis de pressão sonora, inicialmente, foi realizada uma primeira campanha amostral em maio de 2016, com medições em 20 (vinte) pontos amostrais, abrangendo as imediações da Área Diretamente Afetada – ADA definidas para o Terminal Portuário de Turismo BC Port.

Entretanto, no decorrer dos levantamentos para o diagnóstico ambiental, o projeto sofreu algumas adequações, incluindo a alteração da área destinada à instalação do canteiro de obras, sendo necessária a realização de uma nova campanha amostral nas

imediações desta nova área. Desta forma, em julho de 2016 uma nova campanha foi realizada abrangendo nove pontos adicionais nas imediações da área do canteiro de obras.

Portanto, o presente diagnóstico dos níveis de pressão sonora apresenta uma análise composta por duas campanhas amostrais (maio e julho de 2016) num total de 29 pontos amostrais. As medições foram realizadas nos períodos diurno e noturno, conforme descritos na Tabela 55, e demonstrados na Figura 437.

Tabela 55. Localização e descrição dos pontos amostrais do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

Ponto Amstral	Coordenadas em UTM ²³		Descrição
	X	Y	
#01	737.653,00	7.011.182,00	Final do Molhe Sul
#02	737.702,00	7.011.019,00	Centro do Molhe Sul – Deslocado ao final
#03	737.734,00	7.010.872,00	Centro do Molhe Sul – Deslocado ao início
#04	737.859,00	7.010.802,00	Início do Molhe Sul
#05	737.769,00	7.010.786,00	Av. Atlântica – Playground da Barra Sul
#06	737.854,00	7.010.718,00	Av. Atlântica – Barco Pirata
#07	737.727,00	7.010.723,00	Av. Atlântica – Unipraias
#08	737.729,00	7.010.625,00	Av. Atlântica – Passarela da Barra
#09	737.596,00	7.010.673,00	Av. Atlântica com a rua 4800
#10	737.642,00	7.010.553,00	Av. Normando Tedesco – Passarela da Barra
#11	737.527,00	7.010.516,00	Av. Normando Tedesco
#12	737.359,00	7.010.629,00	Av. Atlântica com a Rua 4700
#13	737.358,00	7.010.503,00	Av. Normando Tedesco
#14	737.575,00	7.010.336,00	Rua Manoel Rebelo dos Santos
#15	737.734,00	7.010.374,00	Rua Manoel Rebelo dos Santos com a Rua José Francisco Vitor
#16	737.884,00	7.010.464,00	Rua José Francisco Vitor
#17	738.034,00	7.010.610,00	Rua José Francisco Vitor com a Rua Pedro Pinto Correa
#18	738.229,00	7.010.721,00	Av. Interpraia
#19	738.044,00	7.010.995,00	Av. Interpraia
#20	737.865,00	7.011.292,00	Av. Interpraia
#21	737.443,95	7.010.275,54	Rua Manoel Rebelo dos Santos

²³ Zona 22 Sul, Datum Horizontal: WGS-84

Ponto Amostrai	Coordenadas em UTM ²³		Descrição
	X	Y	
#22	737.322,74	7.010.244,76	Rua Manoel Rebelo dos Santos
#23	737.266,85	7.010.148,06	Rua Jardim da Saudade com a Rua Ademar Rebelo Linhares
#24	737.213,25	7.010.246,45	Rua Manoel Rebelo dos Santos – Travessia do Rio Camboriú
#25	737.173,91	7.010.138,31	Beco do BEto
#26	737.127,88	7.010.182,86	Rua Manoel Rebelo dos Santos
#27	737.037,04	7.010.145,20	Rua Manoel Rebelo dos Santos
#28	736.960,83	7.010.055,99	Rua Marcos R. Fernandes
#29	736.909,19	7.010.192,30	Rua Manoel Rebelo dos Santos – Rótula

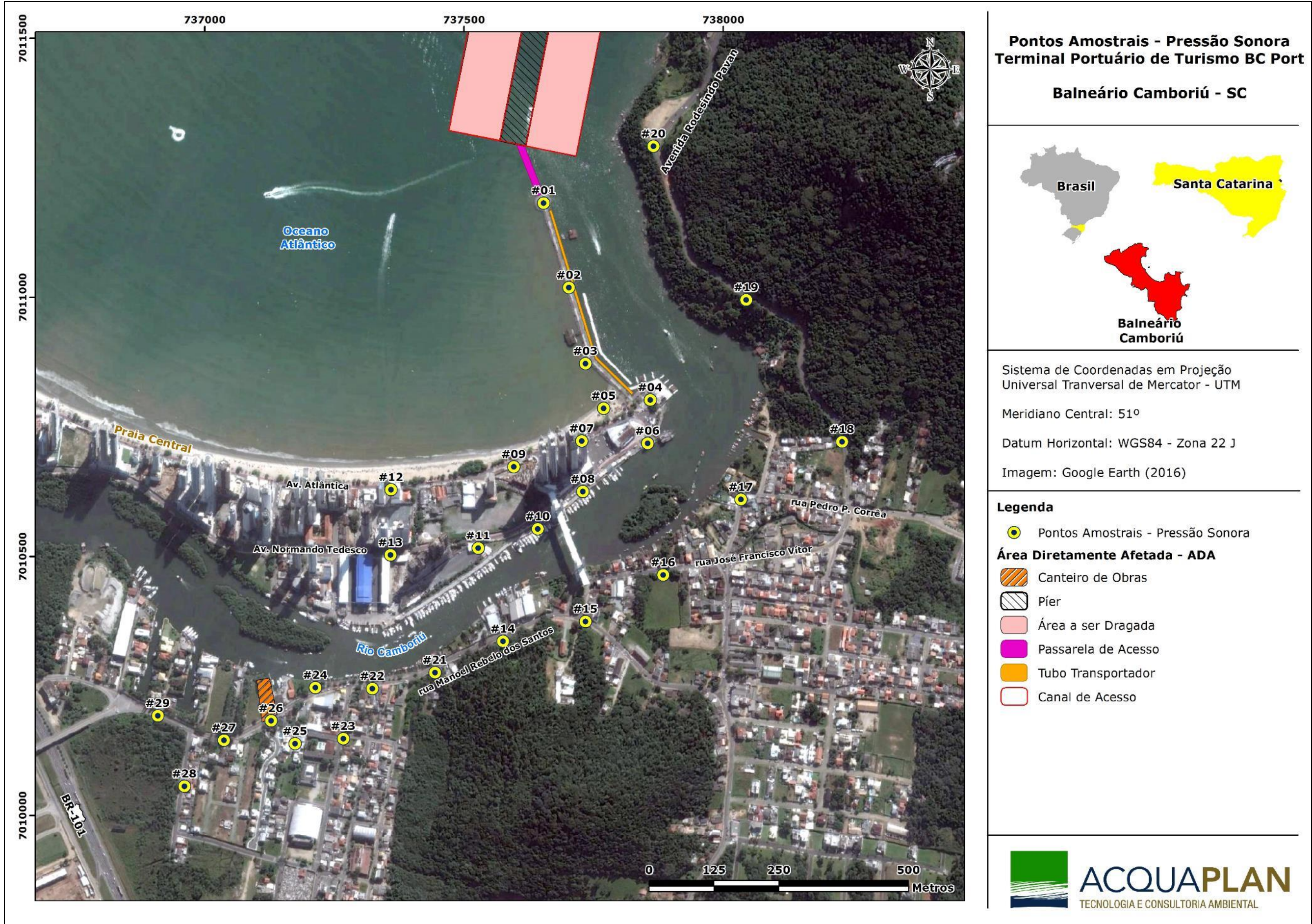


Figura 437. Localização dos pontos amostrais do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

A obtenção dos Níveis de Pressão Sonora – NPS deu-se por um medidor de nível de pressão sonora da marca Instrutherm, modelo DEC – 490 Digital, sendo calibrado para as medições por um calibrador de nível sonoro marca Instrutherm, modelo CAL – 4000F (Figura 438).

O aparelho é portátil com uma saída RS-232 (interface instrumento/computador), possui um microfone condensador de eletrodo de ½” de diâmetro, um sistema de processamento dos sinais coletados, um visor em cristal líquido, e opções de leitura nas faixas de 30 a 80, 50 a 100, 60 a 110, de 70 a 120, de 80 a 130 e de 30 a 130 decibéis, nas escalas de compensação A ou C, e ainda leituras do tipo *fast* (respostas a cada 200 ms) ou *slow* (respostas a cada 500 ms).



Figura 438. Medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) e calibrador de nível sonoro marca Instrutherm, modelo DEC-490 CAL – 4000.

Para as atividades realizadas durante este levantamento, o equipamento estava com a opção de leitura entre 30 e 130 dB, na escala de compensação A – dB[A] e, no tipo de leitura "*Fast*", posicionado a uma altura média de 1,30 metros e afastado mais do que 2 metros de qualquer superfície refletora, conforme o estabelecido pela NBR 10.151/2000.

As medições foram realizadas entre a faixa horária classificada como diurna (08h00 às 19h00) e noturna (19h01 às 07h59). Estas medições foram realizadas durante cinco minutos, sendo os Li's registrados pelo equipamento a cada cinco segundos.

Conforme o que dispõe o item 5.1 da NBR 10151/2000, não se realizou coleta de NPS em dia caracterizado por interferências audíveis advindas de fenômenos naturais, tais como chuvas fortes, ventos fortes e trovões.

9.1.12.2.1. Descrição dos Pontos de Amostragens

❖ PONTO #01

O primeiro ponto de diagnóstico dos níveis de pressão sonora – NPS encontra-se na porção final do Molhe Sul em Balneário Camboriú (Figura 436). Os ruídos registrados neste local são gerados principalmente pelo som produzido da navegação de embarcações de pequeno porte, juntamente com o grande número de pessoas conversando próximo ao ponto amostral, devido à atividade turística do local.



Figura 439. Ponto amostral #01 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #02

Esse ponto amostral fica situado na porção mais central do Molhe Sul (Figura 440). Os níveis de pressão sonora registrados neste ponto tiveram como influência principal o tráfego de pequenas embarcações, simultaneamente com o ruído gerado pela conversação de pessoas próximas ao ponto.



Figura 440. Ponto amostral #02 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #03

Caracterizado por se localizar ainda no Molhe Sul, a cerca de 150 metros do ponto amostral #02, este ponto amostral se encontra próximo ao restaurante Taj (Figura 441). Os registros realizados no ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego de veículos na Avenida Atlântica e, da conversação de pessoas próximo à área de medição. Durante a medição no período diurno, houve o registro de ruídos provenientes de helicóptero, próximo ao ponto amostral.



Figura 441. Ponto amostral #03 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #04

Estabelecido próximo ao início do Molhe Sul e de um posto de atendimento da Polícia Militar (Figura 442), este ponto apresenta a influência dos níveis de pressão sonora das obras de implantação do atracadouro da Marina Tedesco paralelo ao Molhe Sul, e, da movimentação cotidiana do local, com a presença de grande número de pessoas realizando atividades de lazer.



Figura 442. Ponto amostral #04 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #05

Este ponto amostral fica ao lado da praça da Barra Sul, próximo ao início do molhe (Figura 443). Os ruídos registrados neste local foram provenientes da movimentação cotidiana do local, com a presença de grande número de pessoas conversando e crianças brincando, passagem de veículos leves na Avenida Atlântica e, das obras de instalação do atracadouro da Marina TEDESCO.



Figura 443. Ponto amostral #05 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #06

Este ponto amostral está situado no início da Avenida Atlântica, em frente ao embarque/desembarque do passeio turístico Barco Pirata (Figura 444). Os ruídos registrados no ponto amostral foram ocasionados principalmente pelo tráfego de veículos leves e, pela movimentação de pessoas. Durante a medição no período diurno, houve o registro de ruídos provenientes de helicóptero, próximo ao ponto amostral.



Figura 444. Ponto amostral #06 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #07

Localizado em frente ao estacionamento do Parque Unipraias, próximo a Rua 4900 (Figura 445), os ruídos gerados neste ponto amostral são provindos basicamente do trânsito intenso de veículos leves e a ocasional passagem de ônibus próximo ao ponto amostral.



Figura 445. Ponto amostral #07 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #08

Estabelecido na Avenida Normando Tedesco, próximo a Passarela da Barra (Figura 446), os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e passagem ocasional de veículos pesados, sendo que no período diurno das medições, houve a influência de ruído gerado pela circulação de helicóptero.



Figura 446. Ponto amostral #08 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #09

Situado na Avenida Atlântica, próximo à Rua 4800 (Figura 447), os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e passagem ocasional de veículos pesados.



Figura 447. Ponto amostral #09 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #10

Esse ponto amostral fica situado na Avenida Normando Tedesco em frente à Marina TEDESCO, próximo à Passarela da Barra (Figura 448). Os níveis de pressão sonora registrados neste ponto tiveram como influência principal o tráfego intenso de veículos leves na avenida.



Figura 448. Ponto amostral #10 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #11

O ponto amostral está inserido na Avenida Normando Tedesco, em frente à portaria de acesso à Marina TEDESCO (Figura 449), os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e, ocasional tráfego de veículos pesados.



Figura 449. Ponto amostral #11 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #12

Estabelecido na esquina entre a Avenida Atlântica e a Rua 4700 (Figura 450), o ponto apresenta a influência dos níveis de pressão sonora do tráfego intenso de veículos leves e eventual circulação de veículos pesados, da movimentação cotidiana do local, com a presença de grande número de pessoas circulando.



Figura 450. Ponto amostral #12 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #13

Este ponto amostral situado na Avenida Normando Tedesco, em frente à portaria de acesso principal à Marina TEDESCO (Figura 451). Os ruídos registrados no ponto amostral foram ocasionados principalmente pelo tráfego de intenso de veículos leves e tráfego ocasional de veículos pesados e, pela movimentação de pessoas.



Figura 451. Ponto amostral #13 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #14

Localizado na Rua Manoel Rebelo dos Santos no Bairro Barra de Balneário Camboriú (Figura 452), este ponto amostral se encontra em frente à Marina Vip. Os registros realizados no ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego intenso de veículos leves e circulação eventual de veículos pesados e, das atividades operacionais da Marina Vip.



Figura 452. Ponto amostral #14 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #15

Situado na Rua Manoel Rebelo com a Rua José Francisco Vitor no Bairro da Barra, o ponto está localizado em frente à Escola de Arte e Artesanato do Município de Balneário Camboriú, encontrando-se próximo à Igreja Santo Amaro (Figura 453). Os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e passagem ocasional de veículos pesados, juntamente com as obras de finalização da Passarela da Barra.



Figura 453. Ponto amostral #15 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #16

O ponto amostral está inserido na Rua José Francisco Vitor, em frente ao terreno do empreendimento ZAMARA Inc. e ADM Ltda., próximo à Passarela da Barra (Figura 454). Os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves, e também, pelo tráfego ocasional de veículos pesados, juntamente com ruídos provenientes de obras na vizinhança. Durante a medição no período diurno houve o registro de ruídos provenientes de helicóptero, próximo ao ponto amostral.



Figura 454. Ponto amostral #16 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #17

Localizado na curvatura da Rua Pedro Pinto Correia, próximo da interseção com a Rua Joana Maria (Figura 455). Os registros realizados no ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego de veículos leves e, dos latidos de cães presentes na área.



Figura 455. Ponto amostral #17 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #18

Estabelecido na Avenida Interpraia, no bairro Barra de Balneário Camboriú (Figura 456), o ponto apresenta a influência do tráfego de veículos leves, circulação eventual de ônibus e, também, da avifauna presente na mata vizinha.



Figura 456. Ponto amostral #18 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #19

O ponto amostral está inserido na Avenida Interpraia (Figura 457), sendo que os ruídos registrados neste ponto amostral foram influenciados pelo tráfego de veículos leves e pela circulação de ônibus na avenida, juntamente com ruídos provenientes de latidos de cães presentes na região.



Figura 457. Ponto amostral #19 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #20

Este ponto amostral fica situado na Avenida Interpraia, no bairro Barra (Figura 458), inserido no mirante da Barra. Os níveis de pressão sonora registrados neste ponto tiveram como influência principal o tráfego de veículos leves, sendo que na medição diurna houve a incidência de ruídos provenientes de som elevado vindo de automóvel estacionado próximo ao ponto amostral.



Figura 458. Ponto amostral #20 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #21

Situado na Rua Manoel Rebelo dos Santos (Figura 459), os ruídos registrados foram influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e por obras em empreendimento vizinho.



Figura 459. Ponto amostral #21 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #22

Localizado na Rua Manoel Rebelo dos Santos, nas proximidades da interseção com a Rua Jardim da Saudade (Figura 460), os registros realizados no ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego intenso de veículos leves e passagem de veículos pesados, juntamente com os níveis de pressão sonora gerados pela circulação de pessoas conversando e, por embarcações de pequeno porte transitando no rio Camboriú.



Figura 460. Ponto amostral #22 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #23

O ponto amostral está inserido na esquina da Rua Jardim da Saudade com a Rua Ademar Rebelo Linhares (Figura 461), sendo os ruídos registrados neste ponto amostral influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e pesados.



Figura 461. Ponto amostral #23 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #24

Estabelecido na Rua Manoel Rebelo dos Santos, próximo ao ferry que liga o bairro Barra e o Bairro Barra Sul em Balneário Camboriú (Figura 462), o ponto apresenta a influência dos níveis de pressão sonora do tráfego intenso de veículos leves e circulação de veículos pesados e, da passagem ocasional de barcos de pequeno porte no rio Camboriú.



Figura 462. Ponto amostral #24 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #25

Localizado na Rua Beco do Beto, no bairro Barra (Figura 463), os registros realizados neste ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego de veículos na rua perpendicular, dos latidos de cães presentes nas casas da rua e, no período diurno, houve o registro da circulação de helicóptero próximo ao ponto de medição.



Figura 463. Ponto amostral #25 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #26

Situado na Rua Manoel Rebelo dos Santos (Figura 464), o ponto amostral está localizado em frente ao terreno que será utilizado para o canteiro de obras do empreendimento, sendo os ruídos registrados durante a medição, influenciados principalmente pelo tráfego intenso de veículos leves e circulação ocasional de veículos pesados.



Figura 464. Ponto amostral #26 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #27

Este ponto amostral fica situado na Rua Manoel Rebelo dos Santos, entre as ruas perpendiculares Beco do Beto e a Rua Marcos R. Ferreira (Figura 465), no bairro Barra de Balneário Camboriú. Os níveis de pressão sonora registrados neste ponto tiveram como influência principal o tráfego de veículos leves, juntamente com os ruídos produzidos pela passagem de pessoas conversando.



Figura 465. Ponto amostral #27 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #28

Localizado na Rua Marcos R. Fernandes (Figura 466), os registros realizados no ponto amostral sofreram influência do som produzido pelo tráfego de veículos leves e, pela circulação de veículos leves e pesados provenientes da BR-101.



Figura 466. Ponto amostral #28 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

❖ PONTO #29

O referido ponto amostral se encontra estabelecido na Rua Manoel Rebelo dos Santos (Figura 467), próximo à rótula que liga a rua com a BR-101. O ponto apresenta a influência dos níveis de pressão sonora do tráfego de veículos leves e pesados na BR-101.



Figura 467. Ponto amostral #29 do diagnóstico dos níveis de pressão sonora.

9.1.12.3. Resultados e Discussões

Para se avaliar os níveis de pressão sonora na área de influência do empreendimento, na malha amostral pretendida, as medições foram executadas em período diurno e noturno, sendo realizadas quando o vento era de baixa intensidade e, sem a ocorrência de chuvas.

Os resultados obtidos para o diagnóstico dos Níveis de Pressão Sonora, nos 29 pontos amostrais distribuídos na área diretamente afetada do BC Port, com mensuração em período diurno e noturno, são apresentados de forma sucinta na Tabela 56.

Tabela 56. Níveis de pressão sonora equivalente - LAeq (dB[A]) obtidos na área de influência direta do Terminal Portuário de Turismo BC Port, SC.

Ponto Amostral	Níveis de Pressão Sonora Equivalente LAeq (dB[A])	
	Diurno	Noturno
#01	50,83	54,01
#02	53,09	52,38
#03	56,88	48,37
#04	52,55	50,86
#05	55,50	48,66
#06	58,02	53,17
#07	65,53	58,27
#08	61,70	59,62
#09	60,45	60,94
#10	59,87	63,52
#11	64,26	55,20
#12	61,74	59,26
#13	65,69	64,65
#14	65,98	69,59
#15	66,97	60,56
#16	63,35	62,90
#17	52,66	55,59
#18	61,43	60,21
#19	60,75	59,67
#20	55,68	60,33
#21	65,79	66,39
#22	69,18	65,83
#23	61,83	59,32
#24	74,26	62,91
#25	80,65	59,81
#26	70,60	66,58
#27	65,28	59,53
#28	61,02	63,37
#29	67,05	66,57

A análise dos resultados do levantamento dos níveis de pressão sonora foi realizada considerando os Níveis de Critério de Avaliação – NCA's estabelecidos na NBR 10151 (2000), avaliando as ocupações do entorno dos pontos amostrais e o zoneamento

arbitrado pela Lei Nº 2.686/2006, atualizado de acordo com a Lei Nº 2.794/2008. Portanto, é visto que a ADA do Terminal Portuário de Turismo BC Port encontra-se inserida em cinco zonas: Zona de Ambiente Construído Consolidado Qualificado de Alta Densidade – ZACC-I-A, Zona de Ocupação Vocacionada de Restrita e Baixa Densidade – ZEE-II, Zona de Ocupação Vocacionada de Média Densidade – ZAV-II-A, Zona de Ambiente Construído Histórico de Baixa Densidade – ZACS-I e, Zona de Ambiente Natural de Ocupação Controlada – ZAN-II (Figura 468).

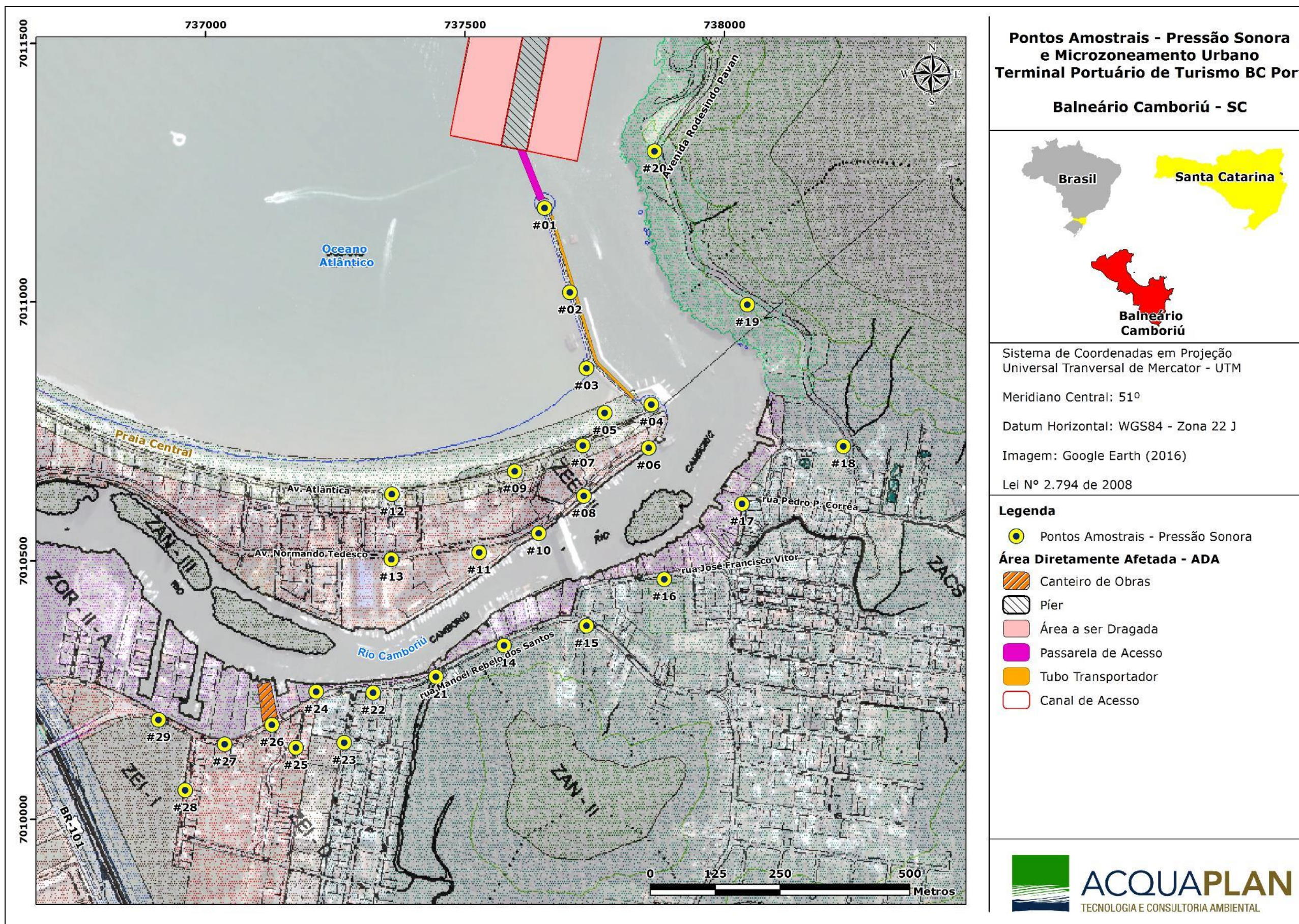


Figura 468. Microzoneamento Urbano da ADA do Terminal Portuário de Turismo BC Port, SC.

A NBR 10.151 fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, apresentando o método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, no caso dos ruídos apresentarem características especiais, e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores. Elaborada em 1987, teve sua redação revisada e substituída no ano de 2000, adotando valores de níveis máximos de ruído de acordo com a classificação do zoneamento, como mostra na Tabela 57.

Tabela 57. Nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A), de acordo com a NBR 10.151.

Tipo de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Sendo assim, os pontos amostrais localizados na área de influência do Terminal Portuário de Turismo BC Port foram classificados em **“Área mista, predominantemente residencial”** e **“Área mista, com vocação comercial e administrativa”**, de acordo com o zoneamento estabelecido pela Lei Nº 2.794/2008 para o Município de Balneário Camboriú. A relação estabelecida, neste estudo, para as zonas classificadas pela Lei Nº 2.794 de 2008 com os tipos de áreas apresentadas na NBR 10.151 de 2000, podem ser melhores observadas na Tabela 58.

Tabela 58. Relação utilizada das Zonas estabelecidas pela Lei Nº 2.9794/2008, com os tipos de áreas da NBR 10.151/2000 para os referidos pontos amostrais.

LEI Nº 2.794/2008		NBR 10.151/2000	Pontos Amostrais
Zonas	Sigla Zona	Tipo de Áreas	
Zona de Ambiente Construído Consolidado Qualificado de Alta Densidade	ZACC-I-A	Área mista, predominantemente residencial Área mista, com vocação comercial e administrativa	#01, #02, #03, #04, #05, #07, #09 e #12
Zona de Ocupação Vocacionada de Restrita e Baixa Densidade	ZEE-II	Área mista, predominantemente residencial Área mista, com vocação comercial e administrativa	#06, #08, #10, #11 e #13
Zona de Ocupação Vocacionada de Média Densidade	ZAV-II-A	Área mista, predominantemente residencial	#25, #26, #27, #28 e #29

LEI N° 2.794/2008		NBR 10.151/2000	Pontos Amostrais
Zonas	Sigla Zona	Tipo de Áreas	
Zona de Ambiente Construído Histórico de Baixa Densidade	ZACS-I	Área mista, predominantemente residencial	#14, #15, #16, #17, #18, #21, #22, #23 e #24
Zona de Ambiente Natural de Ocupação Controlada	ZAN-II	Área mista, predominantemente residencial	#19 e #20

Os resultados obtidos do diagnóstico dos níveis de pressão sonora na área de influência direta do empreendimento são avaliados utilizando-se como referência o Nível de Critério de Avaliação – NCA para ambientes externos, estabelecido pela NBR 10.151 (ABNT, 2000). O NCA estabelecido pela NBR 10.151 define limites de nível de pressão sonora equivalente para determinados tipos de áreas e períodos. Foram adotados para a avaliação os períodos diurno e noturno.

Assim, os níveis de pressão sonora equivalentes totais, obtidos para os 29 pontos amostrais distribuídos na área de influência direta do empreendimento, são apresentados graficamente em relação aos NCA's adotados nos períodos diurno e noturno (Tabela 59, Figura 469, Tabela 60 e Figura 470).

Tabela 59. Níveis de pressão sonora equivalente, obtidos na ADA do empreendimento nos períodos diurno e noturno, para as Zonas ZACC-I-A e ZEE-II, comparando com os NCAs para a classificação em Área mista, predominantemente residencial e, área mista, com vocação comercial e administrativa, conforme Norma Técnica Brasileira - NBR 10.151/2000.

Ponto Amostrai	Período Diurno			Período Noturno		
	L _{Aeq} (dB[A])	NCA Área mista, predominantemente residencial (dB[A])	NCA Área mista, com vocação comercial e administrativa (dB[A])	L _{Aeq} (dB[A])	NCA Área mista, predominantemente residencial (dB[A])	NCA Área mista, com vocação comercial e administrativa (dB[A])
#01	50,83	55	60	54,01	50	55
#02	53,09	55	60	52,38	50	55
#03	56,88	55	60	48,37	50	55
#04	52,55	55	60	50,86	50	55
#05	55,50	55	60	48,66	50	55
#06	58,02	55	60	53,17	50	55
#07	65,53	55	60	58,27	50	55

Ponto Amostral	Período Diurno			Período Noturno		
	L_{Aeq} (dB[A])	NCA Área mista, predominantemente residencial (dB[A])	NCA Área mista, com vocação comercial e administrativa (dB[A])	L_{Aeq} (dB[A])	NCA Área mista, predominantemente residencial (dB[A])	NCA Área mista, com vocação comercial e administrativa (dB[A])
#08	61,70	55	60	59,62	50	55
#09	60,45	55	60	60,94	50	55
#10	59,87	55	60	63,52	50	55
#11	64,26	55	60	55,20	50	55
#12	61,74	55	60	59,26	50	55
#13	65,69	55	60	64,65	50	55

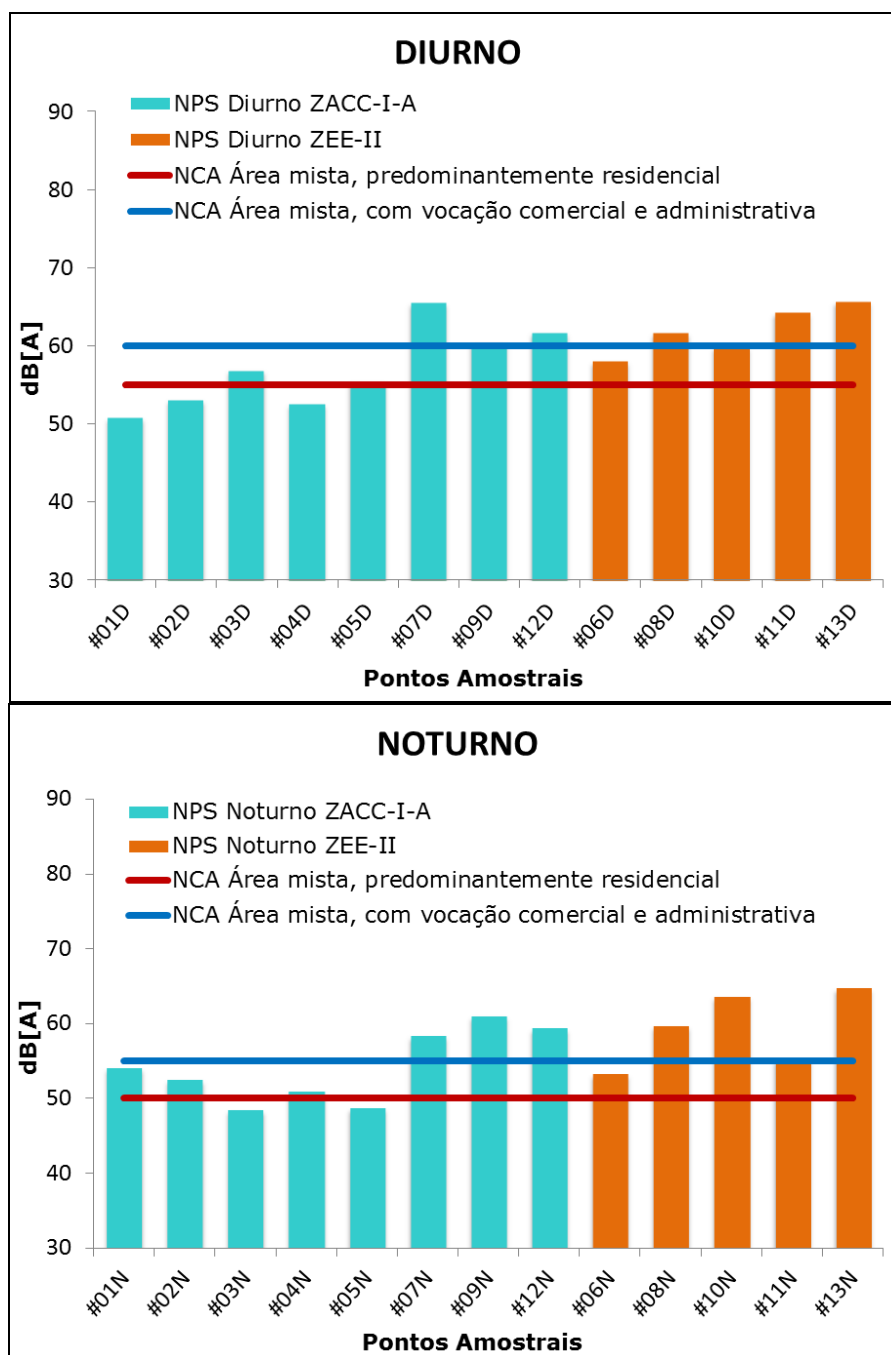


Figura 469. Distribuição gráfica dos níveis de pressão sonora equivalente em relação às zonas ZACC-I-A e ZEE-II, comparando com os NCA's para área mista, predominantemente residencial e área mista, com vocação comercial e administrativa, nos períodos diurno e noturno.

Os pontos amostrais, os quais abrangem a Zona de Ambiente Construído Consolidado Qualificado de Alta Densidade – ZACC-I-A e, a Zona de ocupação Vocacionada de Restrita e Baixa Densidade – ZEE-II, compreendem a Av. Atlântica, a Av. Normando Tedesco e o Molhe, localizados na Barra Sul de Balneário Camboriú. Tal região apresenta grande concentração de edifícios destinados à residência, como também apresenta alta incidência de sítios comerciais.

Diante do exposto acima, buscou-se comparar os níveis de pressão sonora obtidos nas zonas ZACC-IA e ZEE-II, com o NCA de área mista predominantemente residencial e, o NCA de área mista com vocação comercial e administrativa. Assim, observando-se a Figura 468 para as medições do período DIURNO, apenas os pontos #01, #02, #04 e #10 apresentaram seus valores de LAeq abaixo do preconizado pela norma para área mista, predominantemente residencial, no entanto, quando comparado os resultados com o limite estabelecido para área mista com vocação comercial e administrativa, os pontos que se enquadraram foram #01, #02, #03, #04, #05, #06, #10. Os pontos que apresentaram níveis acima do limite do NCA tiveram como influência principal o tráfego de veículos leves e pesados nas avenidas de Balneário Camboriú e, apresentaram como influência secundária a grande movimentação de pessoas devido as atividades turísticas e de lazer da área.

Entretanto, analisando-se os valores obtidos para o período NOTURNO, para o NCA de 50 dB[A], apenas os pontos #03 e #04 se enquadram a norma. Já se for realizada a verificação do atendimento ao NCA de 55 dB[A], foram obtidos seis pontos amostrais que apresentaram resultados abaixo do limite da NBR 10.151, sendo eles os pontos #01, #02, #03, #04, #05 e #06. Assim como os pontos DIURNOS que não se enquadram aos limites da norma, as medições em período NOTURNO apresentaram influências do trânsito intenso de veículos leves e pesados, juntamente com a presença significativa pessoas trafegando e realizando atividades de lazer na área.

Tabela 60. Níveis de pressão sonora equivalente, obtidos na ADA do empreendimento nos períodos diurno e noturno, para as Zonas ZACS-I, ZAV-II-A e ZAN-II, comparando com os NCAs para a classificação em Área mista, predominantemente residencial, conforme Norma Técnica Brasileira - NBR 10.151/2000.

Ponto Amostral	Período Diurno		Período Noturno	
	LAeq (dB[A])	NCA (dB[A])	LAeq (dB[A])	NCA (dB[A])
#14	65,98	55	65,98	50
#15	66,97	55	66,97	50
#16	63,35	55	63,35	50
#17	52,66	55	52,66	50
#18	61,43	55	61,43	50
#19	60,75	55	59,67	50
#20	55,68	55	60,33	50
#21	65,79	55	65,79	50
#22	69,18	55	69,18	50

Ponto Amostral	Período Diurno		Período Noturno	
	L_{Aeq} (dB[A])	NCA (dB[A])	L_{Aeq} (dB[A])	NCA (dB[A])
#23	61,83	55	61,83	50
#24	74,26	55	74,26	50
#25	80,65	55	80,65	50
#26	70,60	55	70,60	50
#27	65,28	55	65,28	50
#28	61,02	55	61,02	50
#29	67,05	55	67,05	50

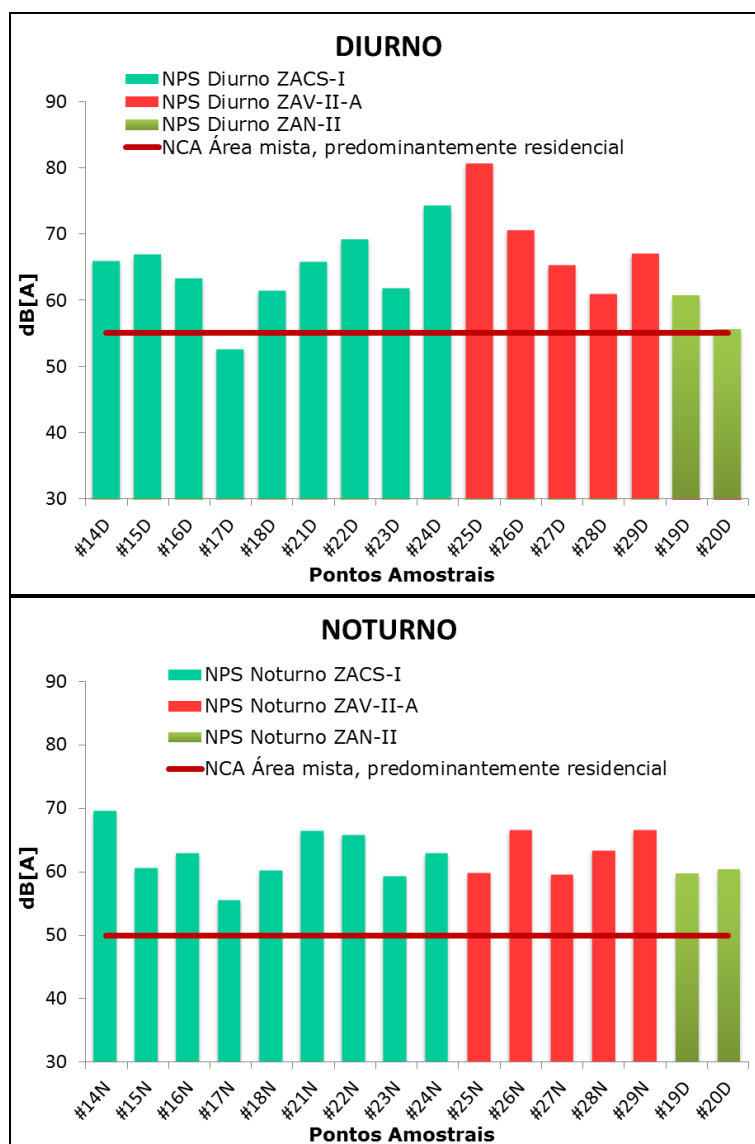


Figura 470. Distribuição gráfica dos níveis de pressão sonora equivalente em relação as zonas ZACS-I e ZAV-II-A, comparando com os NCA's para área mista, predominantemente residencial, nos períodos diurno e noturno.

Destaca-se que as zonas e os pontos em questão, estão localizados no bairro Barra de Balneário Camboriú, sendo ele caracterizado por apresentar, em sua maior parte, residências domiciliares, no entanto, também foi observada a presença de comércio e empresas na área, resultando no enquadramento pela NBR 10.151/2000 como Área mista, predominantemente residencial.

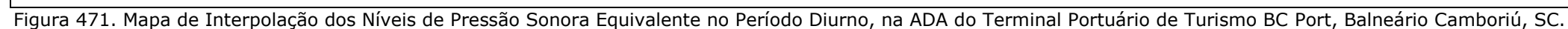
Em análise aos resultados obtidos, demonstrados na Tabela 60 e na Figura 470, se observou que dos nove pontos amostrais que foram inseridos na Zona de Ambiente Construído Histórico de baixa densidade – ZACS-I, apenas o ponto #17, no período DIURNO, se enquadrou abaixo do limite NCA de 50 dB[A]. Já para a Zona de Ocupação

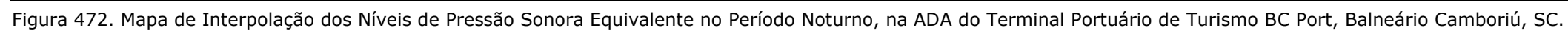
Vocacionada de Média Densidade – ZAV-II-A, todos os LAeq obtidos foram superiores ao NCA estabelecido pela NBR 10.151. Cabe ressaltar que os pontos, das referidas zonas, apresentaram como influência dominante dos níveis de pressão sonora obtidos, durante o diagnóstico, o tráfego de veículos leves, assim como o de ônibus e, a circulação de pedestres em conversação, próximos do ponto amostral.

Considerando os LAeq (dB[A]) diurnos e noturnos, referente à Zona de Ambiente Natural de Ocupação Controlada – ZAN-II, todos os pontos analisados apresentaram valores relevantemente acima dos limites da Classificação do NCA - Níveis de Critérios de Avaliação (NBR 10151, 2000), com exceção do ponto #20, no período DIURNO, o qual apresentou valor ligeiramente superior ao estabelecido pela norma.

Segundo Fiorillo (2003), os veículos automotores revelam-se a principal fonte de ruídos urbanos, sendo responsáveis por cerca de 80% das perturbações sonoras. Observa-se, no entanto, que ao se referir aos veículos automotores como fonte de ruídos urbanos, considera-se o tráfego urbano em conjunto e não em cada veículo. A responsabilidade da poluição sonora gerada pelo trânsito de veículos em uma estrada ou via pública, analisada em conjunto e não em cada veículo, deve ser do órgão gestor desse domínio público.

Os mapas de interpolação (Figura 471 e Figura 472) evidenciam os resultados apresentados, mostrando maiores níveis de pressão sonora nos pontos amostrais no bairro Barra de Balneário Camboriú, principalmente por haver maior tráfego de veículos pesados (ônibus) e, por estarem situados próximos a BR-101. Para a interpolação dos níveis de pressão sonora equivalente utilizou-se o método *Natural Neighbor*, sendo os cálculos realizados através do software ESRI®ArcMap™9.2.





9.1.12.4. Considerações Finais

Os resultados obtidos do monitoramento dos níveis de pressão sonora nas áreas de influência do Terminal Portuário de Turismo BC Port foram avaliados utilizando-se como referência o Nível de Critério de Avaliação – NCA estabelecido pela NBR 10.151 (ABNT, 2000) para **“Área mista, predominantemente residencial”** e **“Área mista, com vocação comercial e administrativa”**, com valores de NCA diurno de 55 e 60 dB[A], e NCA noturno de 50 e 55 dB[A], respectivamente. A área do empreendimento foi enquadrada na Norma Brasileira de acordo as zonas estabelecidas pela Lei Municipal Nº 2.794/2008, que dispõem sobre o zoneamento de Balneário Camboriú.

Desta forma, no presente diagnóstico alguns fatores foram elencados como possíveis fontes de ruídos na área de influência do empreendimento, como: latido de cães, pássaros, insetos, circulação de pessoas, atividades diárias de moradores de residências próximas e o tráfego de veículos leves e pesados.

O tráfego de veículos foi o maior interferente nos níveis de pressão sonora, principalmente nos pontos amostrais situados próximos à BR-101, onde será instalado o canteiro de obras do empreendimento, estando em concordância com Fiorillo (2003), onde o autor associa que os veículos automotores se revelam a principal fonte de ruídos urbanos.

Em razão da grande maioria dos pontos amostrais apresentarem valores de LAeq dB[A] acima do estabelecido pela NBR 10.151, é possível constatar que os níveis de ruído ambiente das áreas de influência do empreendimento já apresentam um certo nível de poluição sonora, característica de áreas urbanizadas com alta densidade populacional e inúmeras atividades.

9.1.13. Ruídos Subaquáticos

1.1.1.1. Introdução

O ruído no ambiente marinho é definido como sendo o ruído de entorno proveniente de uma miríade de fontes não-identificadas (US NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2003). Desta forma, fontes individuais de emissão sonora não são facilmente identificáveis, mas o tipo de fonte pode ser distinguido, como, por exemplo, navios em rota de tráfego,

tempestades distantes, ventos atuantes na superfície do mar (estado do mar) e animais marinhos (WENZ, 1963). Apesar disso, nenhuma destas eventuais fontes domina isoladamente o campo de recepção. Por outro lado, tal definição exclui o assim denominado ruído antropogênico, que se deve a fontes individuais localizáveis no espaço e no tempo. Entre elas, estão incluídas as emissões de embarcações próximas, de jet-skis a navios tanques, dragas, sonares e canhões de ar comprimido - *air gun* - empregados em atividades sísmicas (DAHL *et al.*, 2006).

No que concerne o ruído ambiental, diferentes medições feitas nos últimos quarenta anos identificaram um espectro geral de frequências entre 10 Hz e 10 kHz e níveis acima dos 100 dB (URICK, 1983). Os métodos de previsão dos níveis de ruído ambiental foram resumidos em uma curva desenvolvida por Wenz (1963, Figura 473). Entretanto, alguns animais marinhos, como o camarão-pistola, cujos estalos fazem parte do envelope de ruído em regiões tropicais (latitudes inferiores a 40°) e de águas rasas (menos de 60 m), emitem sons com um espectro de frequências muito mais amplo. Este espectro possui componentes que variam de 2 a 200 kHz e níveis de energia em torno de 185 dB re: 1 mPa a 1 m da fonte (AU & BANKS, 1998; LI *et al.*, 2006).

Ruídos de origem ambiental e antropogênica podem afetar a comunicação acústica de animais aquáticos de diferentes maneiras. A elevação dos níveis de ruído pode mascarar a detecção de um sinal, se ambos forem de espectros de frequência muito similares (POTTER & DELORY, 1998; TYACK, 2008). Sabe-se que os sistemas de comunicação animal evoluem sob condições que requerem adaptação ao ruído. Em algumas situações, os animais podem esperar para emitir sons tão logo o ruído diminua, ou então produzir sons a uma taxa, intensidade (níveis de emissão na fonte) ou duração ainda maiores (conhecida como Efeito de Lombard - LANE & TRANEL, 1971; PICK *et al.*, 1989; SCHEIFELE *et al.*, 2006; PARKS *et al.*, 2007). No entanto, ainda não é possível afirmar quais são os custos associados a esses mecanismos de compensação e quais são os limites de tolerância desses animais à exposição contínua de sons muito intensos. Mais importante, sobretudo, é perceber se esta exposição afeta as populações como um todo, através de mudanças nas taxas de crescimento, reprodução e sobrevivência de indivíduos, bem como no próprio uso de seu hábitat (TYACK, 2008).

A comunicação sonora representa uma função central na estruturação social dos animais (HALLIDAY & SLATER, 1983), em especial para os mamíferos aquáticos, devido a diversos fatores como a grande eficácia da propagação do som na água (SOUZA-LIMA, 1999). O sucesso na utilização deste sistema por este grupo faunístico pode ser

constatado através da produção de uma grande diversidade de vocalizações comuns no contato intra e inter-específico, usadas em sua navegação, orientação e comunicação (LIMA & SILVA 2007). Os mamíferos marinhos possuem um repertório acústico muito variado, utilizando os sons tanto para comunicação como percepção do ambiente. Os ruídos antropogênicos subaquáticos podem gerar diversos efeitos sobre este grupo. Suspeita-se que os mamíferos marinhos respondam apropriadamente a sons muito intensos, movendo-se para longe de suas fontes de emissão, desde que sejam capazes de localizá-las ou então compensando esse nível de ruído com a elevação do nível de seus próprios sinais, obviamente dentro de certos limites (POTTER & DELORY, 1998). Por exemplo, belugas elevaram a intensidade e frequência média de suas fonações quando foram movidas para um ambiente com níveis maiores de ruído ambiental (AU *et al.*, 1985).

Desde modo, diversos estudos vêm sendo realizados ao redor do globo, analisando os impactos da poluição sonora no ambiente marinho sobre os mamíferos marinhos. Pesquisando desde obras na zona costeira, como a construção de portos, molhes, dragagens e derrocagens (*e.g.* BAILEY *et al.*, 2010; SOUTHALL *et al.*, 2007; BRITO *et al.*, 2004); até outras atividades humanas como tráfego de embarcações (em especial os grandes navios que utilizam rotas oceânicas e regiões portuárias, normalmente, em estuários ou áreas protegidas muitas das quais com ocorrência de mamíferos marinhos), pesquisas sísmicas, e perfurações marinhas de poços de petróleo ou gás (*e.g.* KONZEN *et al.*, 2008; COTTON *et al.*, 2004; LUSSEAU, 2003; PARENTE *et al.*, 2007). Com alguns resultados mostram, principalmente, alterações comportamentais, como mudanças nos padrões de movimento (KRUSE, 1991; ERBE, 2002), interferências no comportamento acústico (PARIJS & CORKERON, 2001) e mudanças no padrão de respiração (NOWACEK *et al.*, 2001).

Para que se possa avaliar o real impacto de qualquer atividade geradora de ruídos sobre as populações de cetáceos, faz-se necessário um levantamento dos níveis sonoros antes, durante e depois de sua operação. Este procedimento é adotado para verificar se os ruídos gerados pela atividade estão acima ou não dos níveis de ruído de fundo, com potencial para alterar o comportamento ou a distribuição da fauna aquática, especialmente, dos pequenos cetáceos. Desta forma, o presente estudo apresenta uma caracterização acústica das áreas de influencia direta e indireta da obra de instalação do Terminal Portuário de Turismo BC Port, no Município de Balneário Camboriú (SC). Este estudo corresponde à fase inicial para o desenvolvimento de um diagnóstico para avaliar os possíveis impactos sobre os cetáceos em função dos ruídos gerados por esta obra; ou

seja, que caracteriza o ruído ambiental e antropogênico na região no período que precede o início das obras.

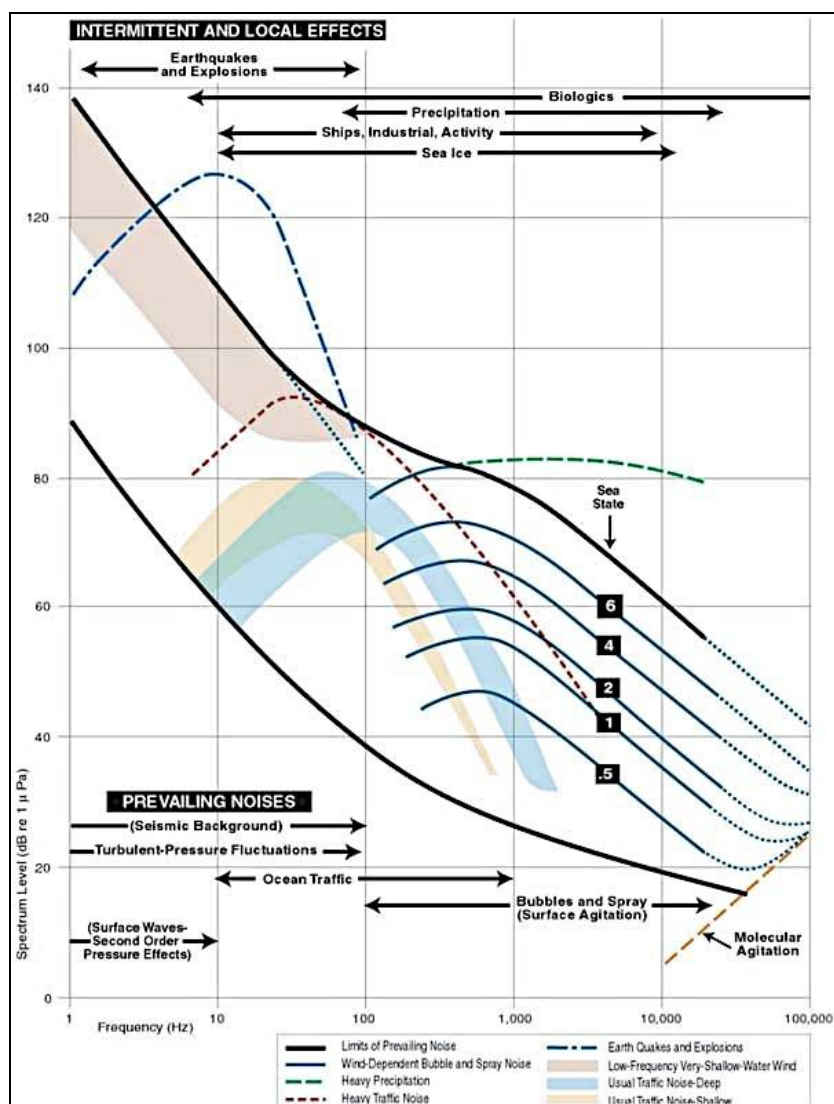


Figura 473. Curva de Wenz para os diferentes tipos de fontes de emissão de ruído no ambiente marinho. Adaptado de: National Research Council (2003).

1.1.1.2. Metodologia

Os níveis de ruído ambiental e antropogênico foram registrados em oito (8) pontos distribuídos na área da Praia Central de Balneário Camboriú (Figura 475), buscando cobrir desta forma as diferentes condições acústicas observadas. Os pontos foram percorridos de forma sequencial com uma embarcação, sendo que a ordem de percurso dos pontos amostrados era invertida a cada saída ao campo para que cada ponto fosse amostrado sob condições distintas de maré, hora do dia e incidência de ventos.

Para a caracterização dos ruídos subaquáticos, foi utilizado um sistema de registro sonoro composto por um hidrofone "Cetacean Research Model SQ26-08"²⁴ (resposta de frequência de 3 Hz a 30 kHz e sensibilidade máxima de -168 dB re: 1 V/μPa) conectado a um gravador digital portátil de dois canais "M-Audio Microtrack II" (resposta de frequência de 10 Hz a 20 kHz, relação sinal-ruído de -101 dB) (Figura 474). Este sistema permite uma maior agilidade na análise dos ruídos devido a não ser necessário converter arquivos analógicos para digitais, e ter incluso um software de análise que já considera a calibração, tanto do hidrofone como do hardware de interface.

As gravações foram feitas com o hidrofone suspenso na coluna d'água a 3m de profundidade na área da Praia Central (que é uma região com um baixo calado), utilizando cabos elásticos com lastro, para evitar mudanças de profundidade. Os sons foram monitorados com fones de ouvido e gravados em blocos de 5 minutos por ponto amostral, com os sinais sendo registrados em um único canal (mono) a 24 bits e com taxa de amostragem de 48 kHz (frequência máxima obtida de 24 kHz) em formato WAV. No momento da medição o motor da embarcação permaneceu desligado sendo registrado em planilha as coordenadas do local, estado no mar (escala *Beaufort*) e horário. As medições foram feitas quando não havia nenhuma embarcação com motor ligado em um raio de 1000m ao redor no ponto de largada do hidrofone. Caso isso não fosse possível, foi registrada na planilha a quantidade, tipo de embarcações, e suas distâncias em relação ao barco de pesquisa.

A análise dos registros acústicos foi feita através software Raven Pro 1.4 (*Bioacoustics Research Program*, Cornell Lab of Ornithology, EUA). Para a análise foram utilizados os primeiros 300 seg. (5 min.) de cada arquivo para extrair o poder acústico médio, a energia e a frequência central de cada bloco de sons. O modo de extração destes parâmetros pode ser encontrado em Charif *et al.* (2008). Também foram produzidos gráficos de espectros acústicos (energia em dB pela frequência), que representam a distribuição média de energia por componente de frequência.

²⁴ Detalhes: <http://www.cetaceanresearch.com>



Figura 474. A esquerda o Hidrofone *Cetacean Research SQ26-08*, e a direita o gravador digital *M-Audio Microtrack II*, utilizados para a coleta de dados de acústica.

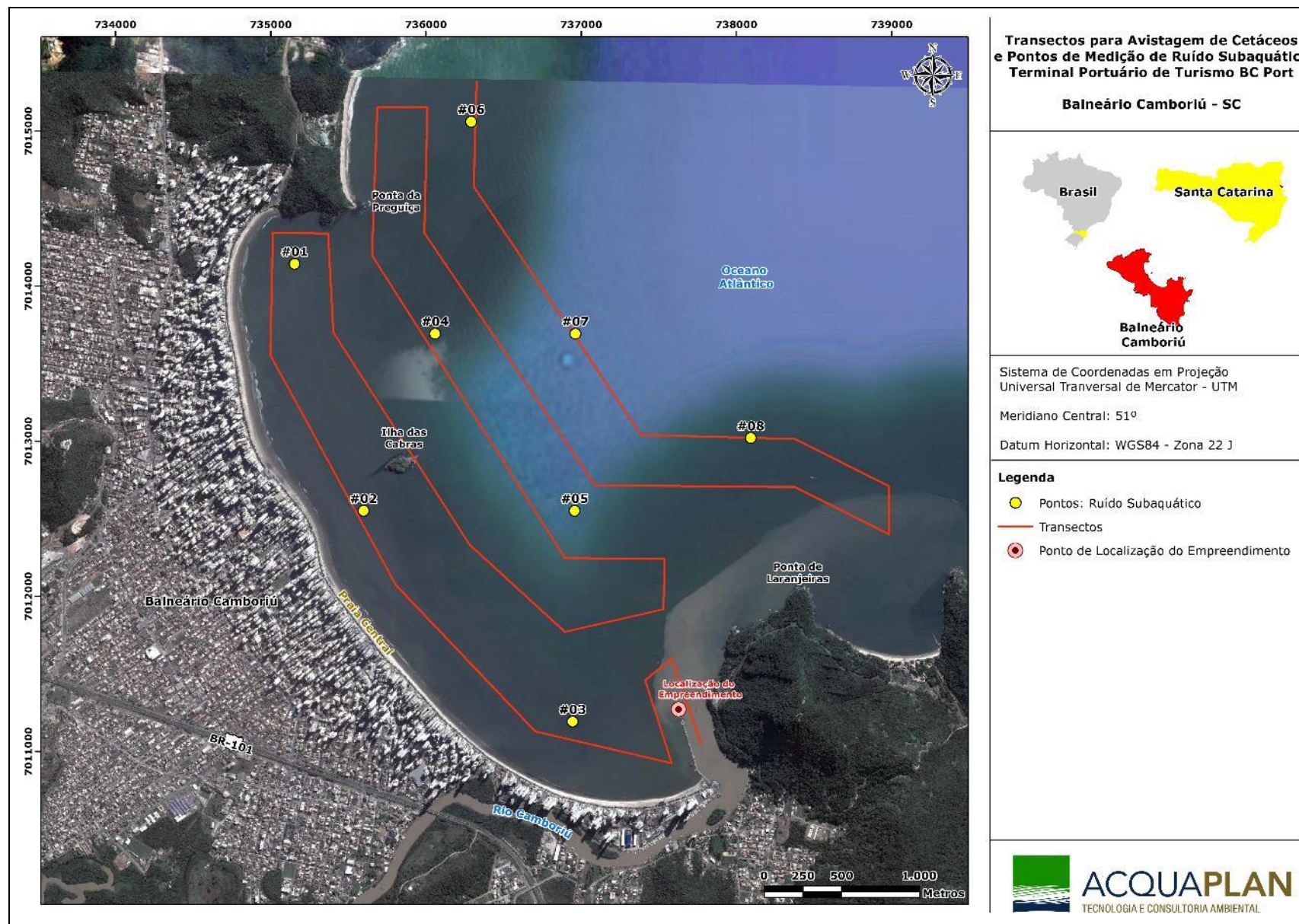


Figura 475. Mapa de distribuição dos pontos de coleta de dados acústicos na enseada de Camboriú.

1.1.1.3. Resultados e Discussão

1.1.1.3.1. Análise De Dados Secundários

No Brasil, pesquisas que abordam a caracterização acústica de ambientes costeiros são extremamente escassas. Contudo, para a Praia Central, a ACQUAPLAN (2013) realizou um levantamento dos ruídos subaquáticos nos meses de março (verão) e abril (outono) de 2013. Nesse estudo, os autores descrevem que na enseada de Camboriú o poder acústico médio variou de 104,08 dB a 110,10 dB (Tabela 61). Valores pontuais de poder acústico médio tiveram um máximo de 113,2 dB no dia 03/04/2013, no ponto 01 (região da barra norte); e o menor valor diário de poder acústico médio foi de 97,1 dB no dia 01/04/2013, no ponto 07 (região mais afastada da costa situada em frente à barra sul). Nos mapas é possível observar maiores intensidades sonoras na região mais próxima à costa, como o esperado (Figura 476 e Figura 479). Em todos os locais a frequência central, parâmetro que divide o espectro em duas faixas de igual energia, apresentou médias situadas abaixo dos 4 kHz, indicando um predomínio de emissões de baixas frequências.

Os autores ainda destacam que não foram detectados ruídos claramente antropogênicos (como motores de embarcações), e apesar dos pontos mais próximos à costa terem apresentados um poder acústico mais elevado, em todas as áreas do sistema foram verificadas emissões contínuas de camarões (*Alpheidae*), sendo este o tipo de ruído que dominou todos os espectros acústicos na enseada de Camboriú (ACQUAPLAN, 2013).

Vale salientar que o presente estudo utilizou a mesma grade amostral adotada por ACQUAPLAN (2013), sendo esta uma estratégia adotada para uma melhor comparação dos resultados, por se tratar da mesma área de estudo.

Tabela 61. Valores médios dos parâmetros acústicos, obtidos nas campanhas desenvolvidas na enseada de Camboriú. Fonte: ACQUAPLAN (2013).

Ponto	Prof. Média	Poder Acústico Médio (dB)		Frequência Central (hz)		Energia (dB)	
		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.
1	3,3	108,14	6,99	487,5	213,78	154,5	8,37
2	3,2	106,3	4,1	1851,58	1365,8	152,95	5,26
3	3,2	107,58	4,78	796,88	493,12	153,45	4,81
4	5,7	105,05	2,16	796,88	740,17	150,95	2,16
5	4,6	105,2	2,79	1382,83	1434,85	151,83	3,55
6	6,1	104,65	2,92	1429,68	1430,79	151,3	3,91
7	7,4	104,08	2,27	843,75	582,96	150,7	3,5
8	8,6	104,25	1,81	421,88	468,75	150,88	2,44

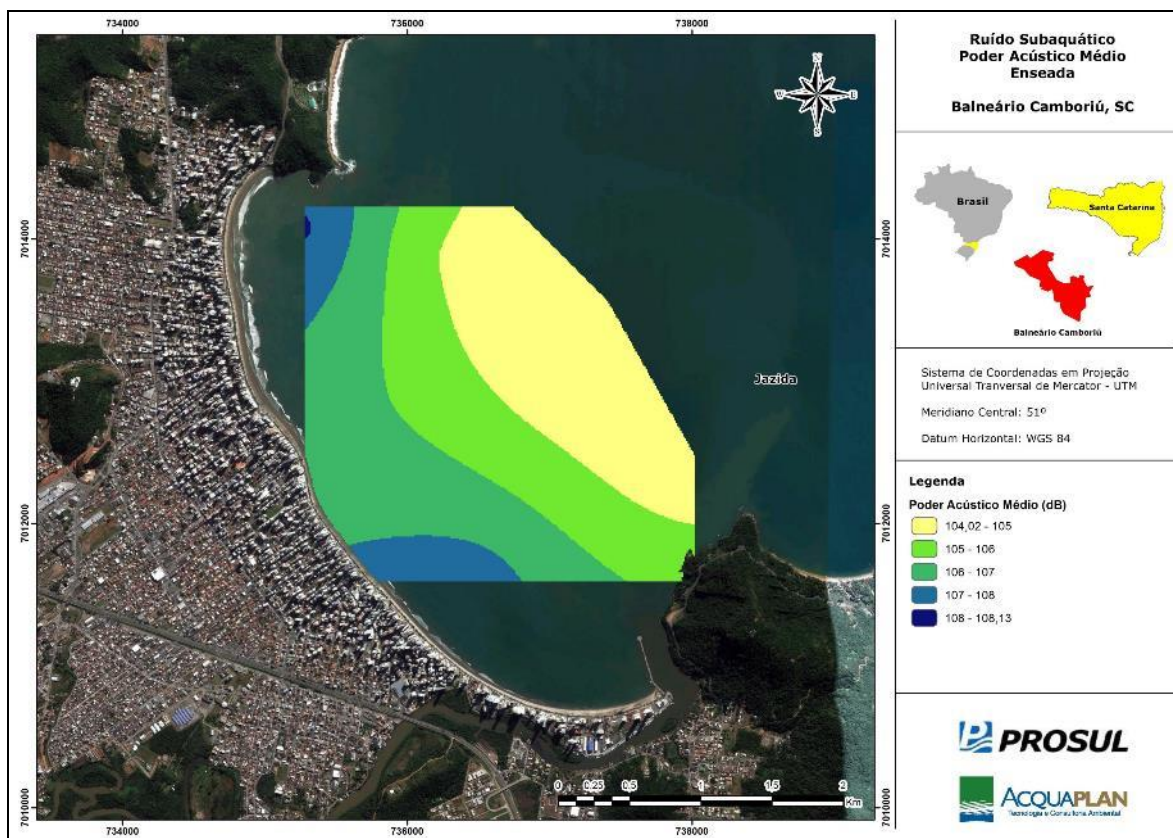


Figura 476. Mapa de isolinhas do poder acústico médio, registrados na enseada de Camboriú. Fonte: ACQUAPLAN (2013).

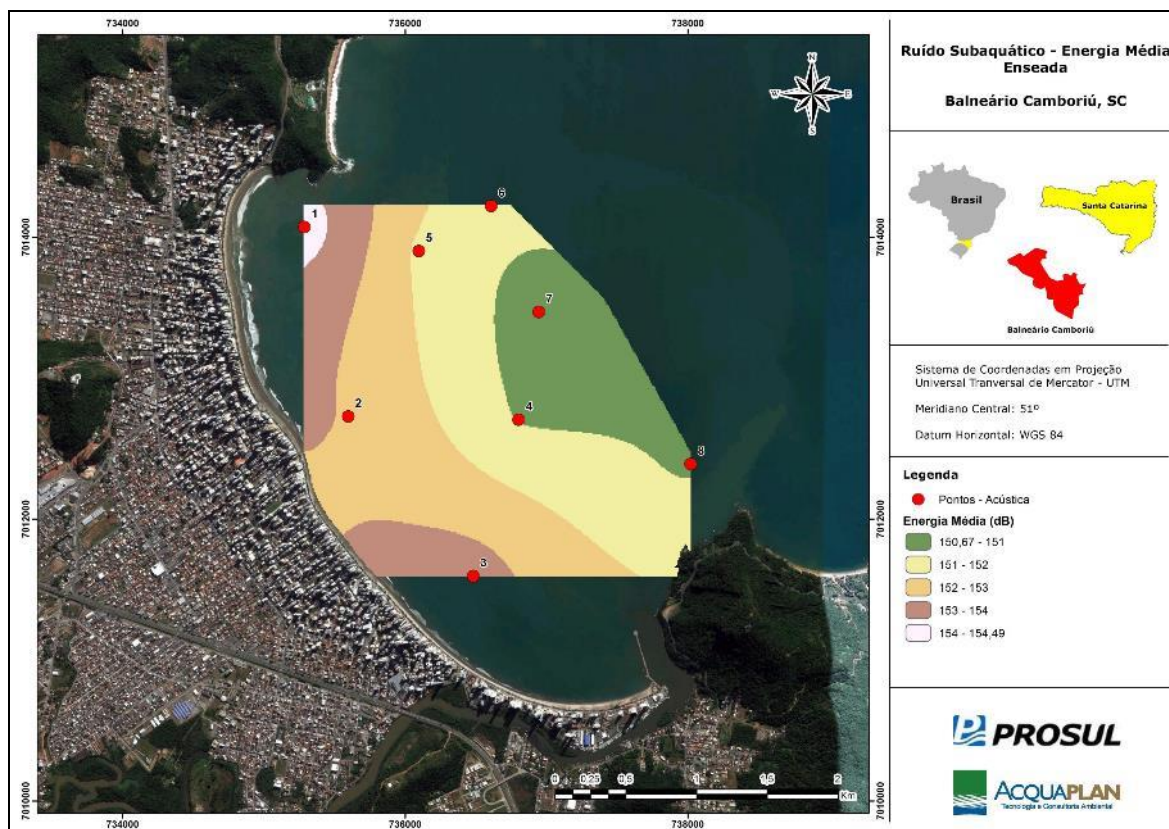


Figura 477. Mapa de isolinhas de energia média, registradas na enseada de Camboriú. Fonte: ACQUAPLAN (2013).

1.1.1.3.2. Atividades De Pesquisa - Dados Primários

Para o desenvolvimento deste estudo foram empregadas três (03) saídas de campo, dias 22, 23 e 24 de maio de 2016. Nesse período, a média dos valores registrados nas três saídas de campo para o poder acústico médio variou de 103,4 dB no ponto 8 a 109,7 dB no ponto 1 (Tabela 62). Valores pontuais de poder acústico médio tiveram um máximo de 112,9 dB no dia 22/05/2016, no ponto 01 (região da barra norte, Figura 478); e o menor valor diário de poder acústico médio foi de 95,8 dB no dia 24/05/2016, no ponto 08 (região mais afastada da costa situada em frente à praia de Laranjeiras, Figura 479). Na análise das gravações não foi possível detectar ruídos claramente antropogênicos, como motores de embarcações ou obras marítimas. Apesar dos pontos mais próximos à costa terem apresentados um poder acústico mais elevado, assim como o estudo elaborado por ACQUAPLAN (2013), em toda a área amostral foram verificadas emissões contínuas de camarões (*Alpheidae*) - tipo de ruído que dominou todos os espectros acústicos na enseada de Camboriú.

Através do software *ArcGis 9.2* foram gerados mapas de isolinhas para o poder acústico médio e a energia média, utilizando-se o método geoestatístico de *Kriging*, que busca quantificar a autocorrelação espacial entre os pontos mensurados, levando em consideração a configuração espacial dos pontos amostrais próximos. Nos mapas, é possível observar maiores intensidades sonoras na região mais próxima à costa, conforme já esperado (Figura 480 e Figura 481).

Em todos os locais a frequência central, parâmetro que divide o espectro em duas faixas de igual energia, apresentou médias situadas abaixo dos 4 kHz, indicando um predomínio de emissões de baixas frequências.

Tabela 62. Valores médios dos parâmetros acústicos, obtidos nas campanhas desenvolvidas na enseada de Camboriú nos dias 22, 23 e 24 de maio de 2016.

Ponto	Posição		Prof. (m)	Poder Acústico Médio (dB)		Frequência Central (Hz)		Energia Acústica Média (dB)	
	Latitude	Longitude		Média	DP	Média	DP	Média	DP
#01	7014071	735286	3,3	109,7	6,99	487,50	213,78	154,5	8,37
#02	7012728	735595	3,2	105,42	4,97	387,50	221,13	151,98	5,31
#03	7011596	736480	3,2	108,69	4,10	393,51	147,13	152,66	5,25
#04	7012705	736801	5,7	106,30	4,77	307,34	149,40	150,82	4,81
#05	7013902	736094	4,6	105,02	2,78	298,67	109,30	149,54	3,54
#06	7014221	736607	6,1	106,03	2,92	309,38	151,60	150,40	3,91
#07	7013469	736945	7,4	105,13	4,16	375,00	375,00	149,98	4,20
#08	7012390	738018	8,6	103,40	4,97	287,50	173,50	148,98	5,31

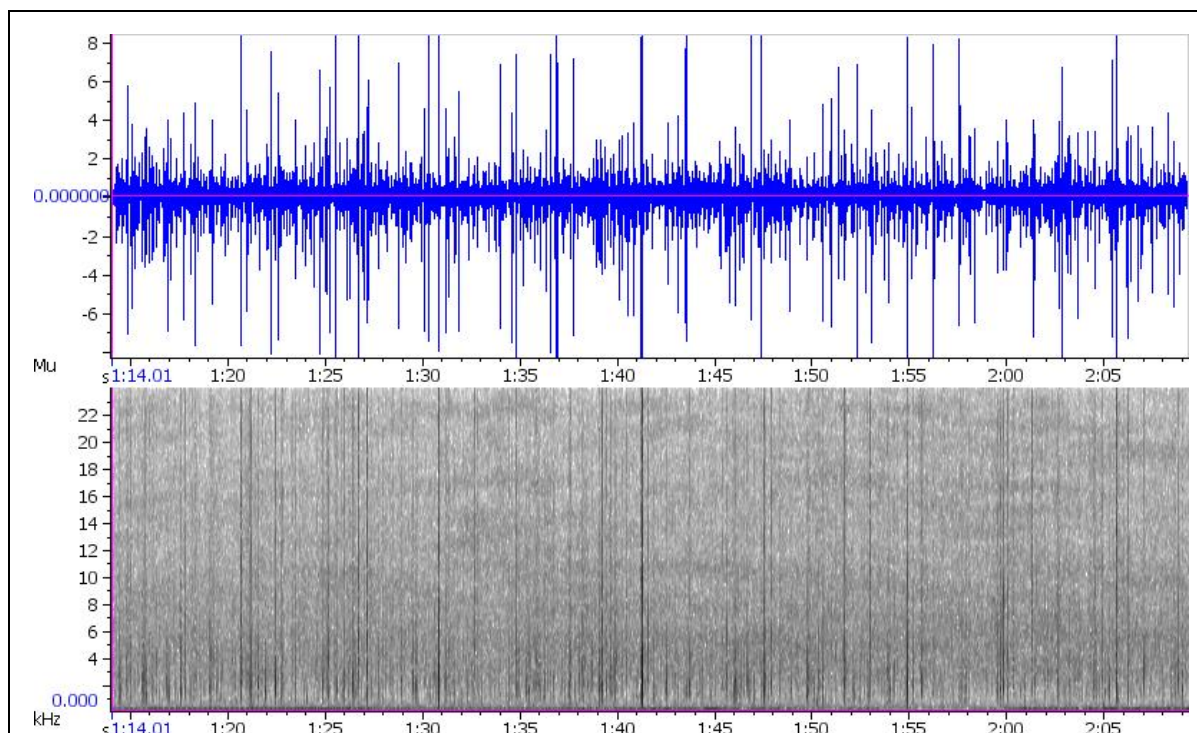


Figura 478. Características acústicas do ponto 01 da área da enseada de Camboriú (22/05/2016), com o oscilograma (superior), espectrograma (inferior), com o registro acústico de crustáceos (provavelmente camarões).

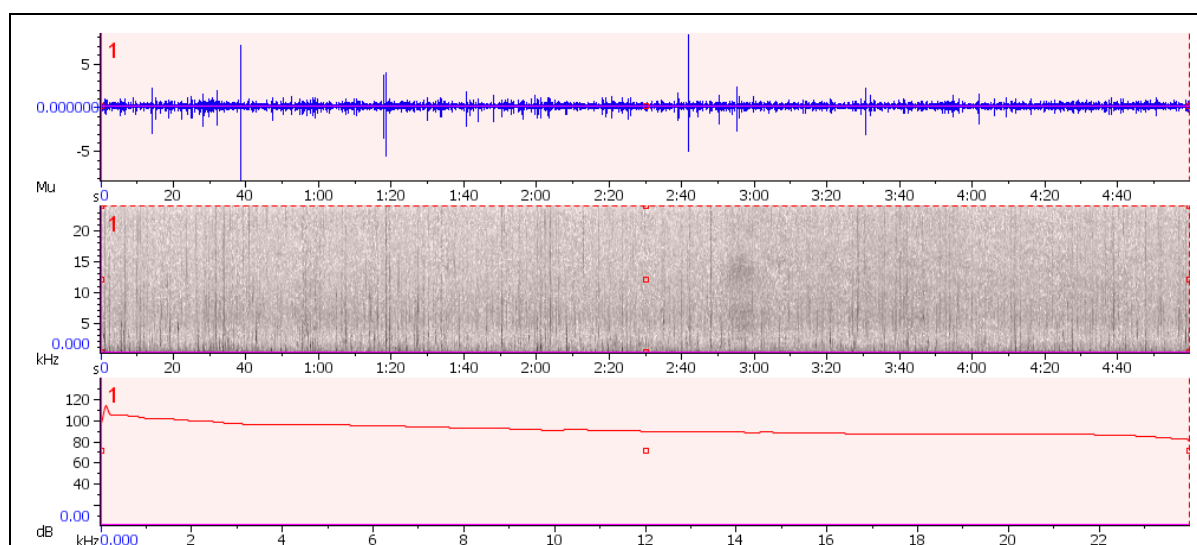


Figura 479. Características acústicas do ponto 08 da área entre a enseada de Camboriú e a praia de Laranjeiras (24/05/2016), com o oscilograma (superior), espectrograma (meio) e espectro de frequências (inferior).

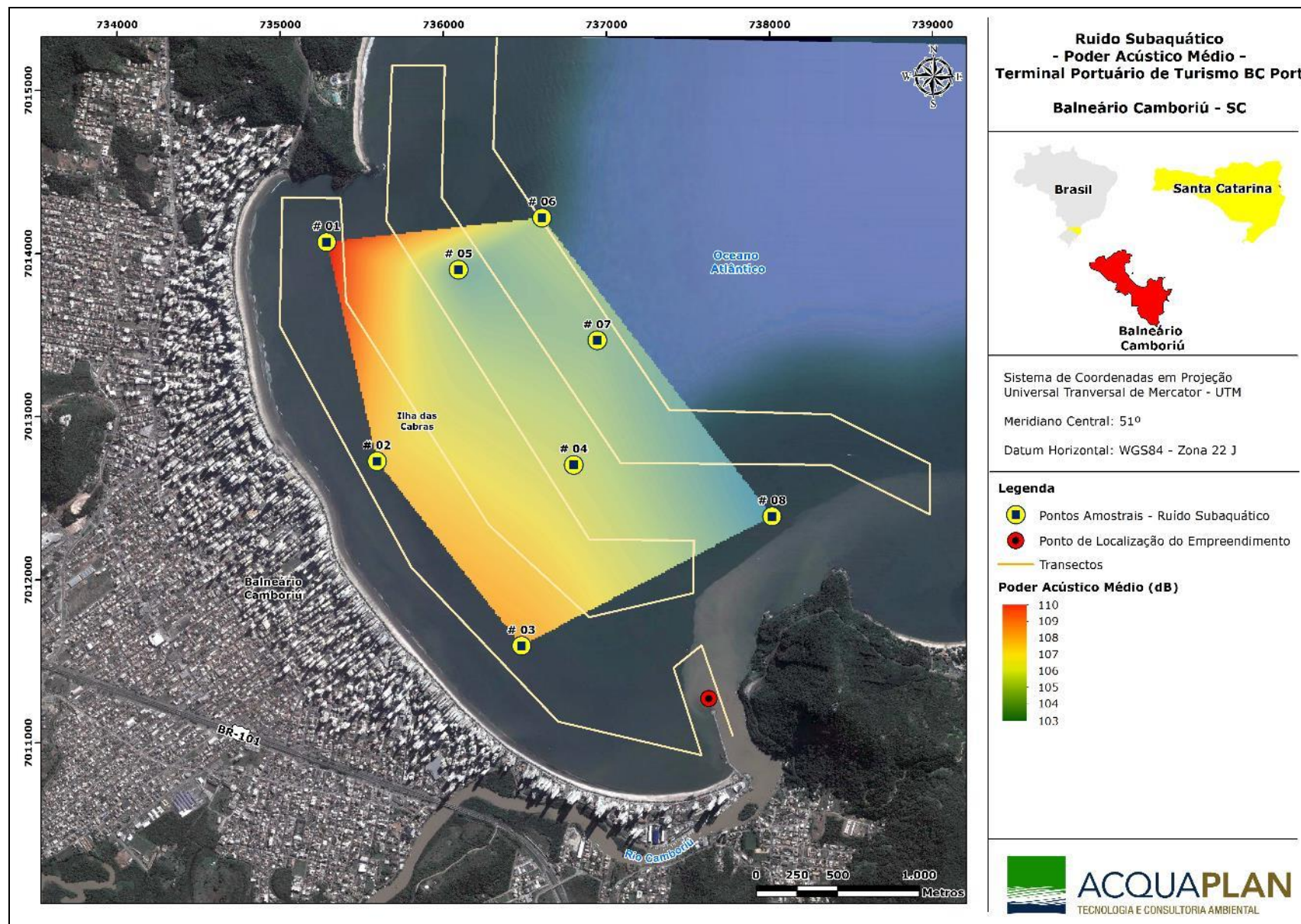


Figura 480. Mapa de isolinhas do poder acústico médio, registrados na região da praia Central de Balneário Camboriú, dias 22, 23 e 24 de maio de 2016.

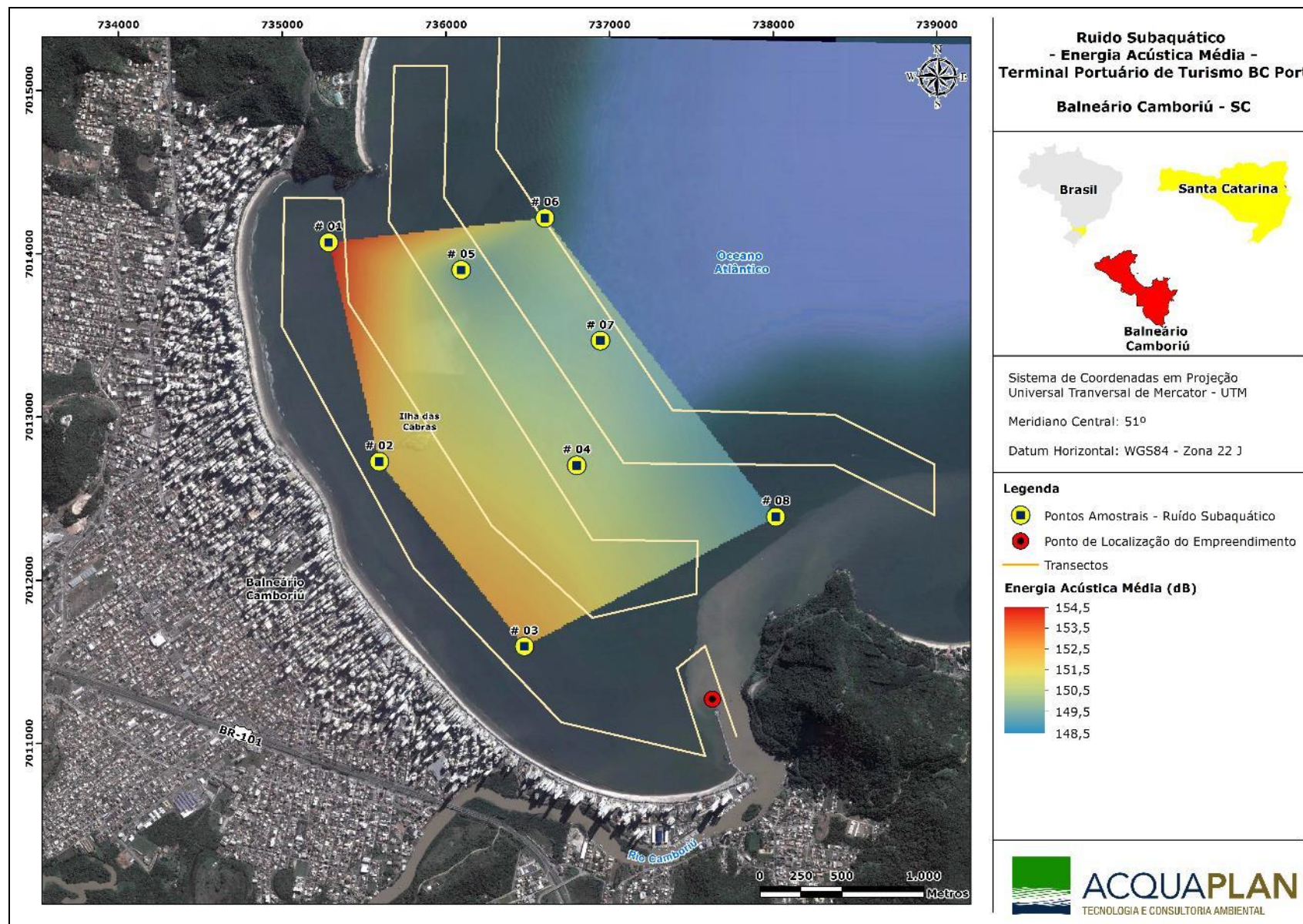


Figura 481. Mapa de isolinhas da energia média, registradas na região da praia Central de Balneário Camboriú, dias 22, 23 e 24 de maio de 2016.

1.1.1.4. Considerações Finais

Para a enseada de Camboriú, na área prevista para a instalação do Terminal Portuário de Turismo Bc Port, foi registrada uma variação no poder acústico médio de 103,4 dB a 109,7 dB, com as maiores intensidades sonoras sendo verificadas na região mais próxima à costa. A frequência central, parâmetro que divide o espectro em duas faixas de igual energia, apresentou médias situadas abaixo dos 4 kHz, indicando um predomínio de emissões de baixas frequências. Os valores registrados neste monitoramento, são compatíveis às intensidades sonoras encontradas na literatura para outras localidades costeiras, e demonstram que áreas próximas à costa apresentam um poder acústico mais elevado tanto pelas fontes antropogênicas como por fontes biológicas (ver URICK, 1983; AU & BANKS, 1998; LI *et al.*, 2006). Comparando com o estudo elaborado por ACQUAPLAN (2013), para a mesma área de estudo, foi observado uma similaridade dos registros (poder acústico de 104,08 dB a 110,10 dB), sendo que a diferença observada pode ser associada a variações ambientais.

Durante este estudo não foram detectadas fontes de ruídos claramente antropogênicos (como motores de embarcações), contudo, para a região da enseada de Camboriú, em todos os pontos amostrais, houve o registro de emissões contínuas de camarões (*Alpheidae*), ruído tipo que dominou em todos os espectros acústicos nesta região.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – MEIO BIÓTICO

Capítulo IX

9.2. Meio Biótico

9.2.1. Flora

9.2.1.1. Introdução

Este item do EIA objetiva descrever os componentes, características e distribuição das formações florestais originais e a realização do levantamento florístico da vegetação presente nas áreas de influência para a instalação do *Terminal Portuário de Turismo BC Port*. Realizou-se uma interpretação da estrutura e composição florística original das áreas de influência do empreendimento, analisando a floresta ombrófila densa de terras baixas, floresta ombrófila densa submontana, vegetação com influência marinha (Restingas) e vegetação com Influência Fluvio-marinha (Manguezal), principais tipologias vegetacionais da área de interesse do presente estudo. Por fim, é apresentada a situação vegetacional atual da área de estudo e o levantamento florístico com a lista de espécies herbáceas, arbustivas, epífitas, arbóreas e lianas (trepadeiras) encontradas nas áreas de influência do empreendimento.

9.2.1.2. Metodologia

Para realizar o levantamento florístico, no dia 31 de maio de 2016 foi utilizado o método do caminhamento proposto por Filgueiras *et al.* (1994). Esta metodologia foi empregada para fazer uma caracterização expedita da vegetação nas áreas de influência do empreendimento, elaborando assim uma lista de espécies herbáceas, arbustivas, epífitas, arbóreas e lianas (trepadeiras) encontradas, e também, descrever as fitofisionomias existentes e apresentar o uso e ocupação do solo para a área de estudo.

9.2.1.2.1. Método do Caminhamento

O método do caminhamento consiste em três etapas distintas: reconhecimento dos tipos de vegetação na área amostrada, elaboração da lista das espécies encontradas a partir de caminhadas aleatórias ao longo de uma ou mais linhas imaginárias, e análise dos resultados (FILGUEIRAS *et al.*, 1994).

Segundo Martins (1990), o levantamento florístico é um dos estudos iniciais para o conhecimento da flora de uma determinada área e implica na elaboração de uma lista

das espécies ali instaladas, sendo de fundamental importância a correta identificação taxonômica dos espécimes.

9.2.1.3. Resultados

A seguir são apresentados os resultados da situação atual do uso do solo das áreas de influência do empreendimento, o *Terminal Portuário de Turismo BC Port*, com a descrição das características vegetacionais existentes, sendo também apresentados os resultados do levantamento florístico juntamente com as espécies ameaçadas e exóticas encontradas.

9.2.1.3.1. Formação Florestal – Aspecto Original

9.2.1.3.1.1. Estrutura e Composição Florística Original da Área de Estudo

Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) é uma formação vegetal exuberante, complexa e subdividida em sub-formações, quanto à composição, estrutura e aspecto fitofisionômico. Ocupa grande parte do Estado de Santa Catarina, margeando o Oceano Atlântico e ao mesmo tempo estendendo-se em direção ao interior, no Vale do Itajaí. Ao norte da costa catarinense, bem como no Vale do Itajaí, as encostas são muito íngremes, formando vales estreitos e profundos, cobertos por densa floresta até quase o alto. Nos topos dos morros há uma vegetação bem característica, conhecida como “mata nebular”.

Os remanescentes intactos ou regenerados a muito tempo da Floresta Atlântica são formados por grupos arbóreos densos, intercalados por diversos estratos compostos por árvores, arvoretas e arbustos. A sequência segue com o estrato das árvores, arvoretas, arbustos e por último o estrato herbáceo. Apresenta ainda uma diversidade de epífitas, representadas pelas bromeliáceas, orquidáceas, aráceas, piperáceas, gesneriáceas, cactáceas e diversas famílias de samambaias (Pteridófitas) e grande número de lianas lenhosas.

Nas encostas da Serra do Mar havia o domínio do estrato das árvores como a *Sloanea guianensis* (laranjeira-do-mato), *Ocotea catharinensis* (canela-preta), *Guapira opposita* (maria-mole), o *Brosimopsis lactescens* (leiteiro) e o *Chrysophyllum viride* (aguaí). Já no estrato abaixo, dominavam a juçara ou palmiteiro (*Euterpe edulis*).

Na parte caracterizada por florestas de encostas íngremes, a composição era bastante complexa, predominando a *Ocotea catharinensis* (canela-preta), associada à

Chrysophyllum viride (aguaí) e ao palmitheiro (*Euterpe edulis*). Nas encostas íngremes e em morros encontrava-se uma vegetação caracterizada pela presença do baguaçu (*Talauma ovata*), maria-mole (*Guapira opposita*), peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*), bicuíba (*Virola oleifera*), além de adensamentos de palmiteiros.

Segundo Leite e Klein (1990) e Negrelle (2002), a Floresta Ombrófila Densa possui quatro características tropicais, mesmo situada em zona extratropical nos Estados do Paraná e Santa Catarina. São a ausência de um período seco, temperaturas médias acima de 15°C e a alta umidade que caracterizam esta formação florestal IBGE (1992).

De acordo com o Mapa de Vegetação do Brasil, editado pelo IBGE (BRASIL, 1993) e o Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (KLEIN, 1978), a vegetação original da vertente litorânea de Santa Catarina, em sua maior parte, uma densa floresta pluvial tropical, chamada Floresta Ombrófila Densa na nomenclatura brasileira (VELLOSO *et al.*, 1990).

Embora localizada em zona de clima subtropical, esta floresta mostra todas as características da floresta pluvial tropical: grande riqueza específica (estudos realizados mostram que foram registradas 359 espécies arbóreas e arbustivas, pertencentes a 72 famílias, num trecho de mata de 5.000 ha na Serra do Itajaí, Município de Blumenau (SEVEGNANI *et al.*, 2003); existência de vários estratos; de altos valores de biomassa; de muitos cipós e lianas; de epifitismo; de alto grau de endemismo e de espécies raras; de grande especialização das relações entre flora e fauna; e dominância de vetores animais nas síndromes de polinização e dispersão das plantas (VIBRANS, 2003).

Klein (1979/80) e Sevegnani (2002) descreveram detalhadamente a flora e a vegetação da vertente Atlântica de Santa Catarina. Estes autores reconhecem quatro formações da Floresta Ombrófila Densa, com aspectos e composição de espécies diferentes:

- Das terras baixas (nas planícies aluviais até uma altitude de 30m);
- Submontana (em altitudes entre 30 e 400 metros);
- Montana (entre 400 e 800 metros);
- Altomontana (localizada acima de 800 m de altitude) (VIBRANS, 2003).

9.2.1.3.1.1.1. Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas

A vegetação original da área de estudo era caracterizada pelas matas situadas em solos constantemente muito úmidos das Planícies Quaternárias, com dominância de *Ficus organensis* e *Calophyllum brasiliense*.

Para Klein (1979), nos solos acentuadamente higromórficos, e que durante todo o ano se encontram com um teor de umidade bastante elevado, bem como se transformam durante as chuvas mais intensas em charcos, é possível observar um tipo de mata muito uniforme, na qual o estrato superior é sensivelmente dominado por *Ficus organensis* (figueira-de-folha-miúda) e *Calophyllum brasiliense* (olandi ou guanandi), imprimindo pelo seu porte, bem como, sobretudo pelas suas bem formadas copas, a este tipo de vegetação, seu cunho próprio e característico. A abundância e a frequência destas espécies é mais ou menos expressiva, conforme a variação da umidade local do solo. Assim, nos locais excessivamente úmidos, predomina *Calophyllum brasiliense*, que chega a perfazer aproximadamente 70% da cobertura da sinúcia superior, enquanto nesta situação *Ficus organensis* chega apenas 25 até 30%. À medida que o solo vai se tornando menos encharcado, aumenta gradativamente a frequência e a abundância de *Ficus organensis*, diminuindo, proporcionalmente, a abundância e a frequência de *Calophyllum brasiliense*.

Nas áreas dominadas por *Calophyllum brasiliense*, a sinúcia arbórea era muito homogênea, quase exclusivamente formada pelas densas e escuras copas destas árvores, que imprime a este tipo de grupamento uma fácies própria, em virtude de suas cores que contrastem sensivelmente com as das demais copas.

Nos solos menos encharcados pode-se observar o aparecimento das seguintes árvores, que, por vezes, podem constituir-se em subdominantes, além de *Ficus organensis* que quase sempre faz parte integrante deste tipo de matas edáficas: *Tapirira guianensis* (cupiúva), *Inga striata* (ingá-de-quatro-quinas) e *Tabebuia umbellata* (ipê-da-várzea ou ipê-amarelo) (KLEIN, 1979).

Neste tipo de matas apareciam ainda, na sinúcia das árvores: *Alchornea* (tanheiro), *Nectandra rigida* (canela-garuva ou canela-amarela), *Andira anthelminthica* (pau-angelim) e outras. Como elemento arbóreo de infiltração era observado, comumente, a *Talauma ovata* (bagaçu).

O estrato herbáceo era constituído, ora, por um denso grupamento de *Calathea* sp. (caeté), ora de *Nidularium innocentii* var. *parxianum*, ora de *Bromelia antiacantha* (banana-do-mato) (KLEIN, 1979).

Comparando com o rico epifitismo reinante na floresta da encosta atlântica, verificava-se nas matas das planícies quaternárias, tanto nos troncos como, sobretudo nos ramos das árvores um pequeno número de espécies de epífitas, predominando em geral os representantes das Bromeliáceas e Aráceas. As espécies mais comuns de Bromeliáceas eram sem dúvida: *Aechmea nudicaulis* var. *cuspidata*, formando por vezes densas populações, compostas por dezenas de exemplares, cobrindo parcial ou quase totalmente os ramos das árvores, principalmente de figueiras. Outras bromélias muito comuns eram: *Vriesea philippo* – *coburgii*, *V. vagans* e *V. gigantea*, localizadas principalmente nos ramos médios e inferiores, enquanto nos troncos são bastante frequentes a *Vriesea incurvata* e a *V. carinata*, emprestando assim, ao interior da mata e o seu cunho característico.

Entre as aráceas epifíticas predominavam *Philodendron imbe* e algumas espécies de *Anthurium*. Havia relativamente poucos representantes de Orquidáceas e entre as que apresentam flores vistosas sobressai a *Cattleya intermedia*, que é a mais comum. Muitas vezes se encontra associada com *Aechmea nudicaulis* var. *cuspidata*, formando um belo conjunto. Nos troncos eram frequentes representantes do gênero *Pleurothallis* que apresentam flores em geral muito pequenas (KLEIN, 1979).

9.2.1.3.1.1.2. Floresta Ombrófila Densa Submontana

Estabelecida originalmente na variação altitudinal compreendida entre 30 e 500 m acima do nível do mar; ocorre em solos profundos e se caracteriza por apresentar agrupamentos vegetais bem desenvolvidos, cujas copas largas e densas constituem coberturas arbóreas bastante fechadas, entre as principais espécies ocorrentes nesta formação destacam-se a canela-preta (*Ocotea catharinensis*), a laranjeira-do-mato (*Sloanea guianensis*), o guamirim (*Calyptrothrix strigipes*) e o ingá-macaco (*Inga sessilis*).

No estrato médio predominava acentuadamente o palmitreiro (*Euterpe edulis*), que nestes grupamentos já se encontrava em vitalidade bastante equilibrada, produzindo abundantes frutos providos de sementes férteis, garantindo assim a dinâmica da espécie (KLEIN, 1980).

O processo sucessional envolve mudanças na dominância ou na composição de espécies características, onde novas espécies entram na comunidade tornando-se espécies

características (HORN, 1974; GLENN-LEWIN & VAN DER MAAREL, 1992). Sucessão primária é definida como sendo o desenvolvimento da vegetação em substratos novos, frequentemente caracterizado pela baixa fertilidade (GORHAM *et al.*, 1979), onde as áreas não apresentam vestígios de vegetação, não apresentam banco de sementes nem matéria orgânica, e os propágulos para colonização chegam por imigração (GLENN-LEWIN e VAN DER MAAREL, 1992). Por outro lado, sucessão secundária é a reposição da vegetação pré-existente após um drástico distúrbio na vegetação. Esse desenvolvimento ocorre com solo e resquícios de vegetação pré-existente, muitas vezes com sementes ou banco de sementes (GLENN-LEWIN e MAAREL, 1992; CHOKKALINGAM & DE JONG, 2001).

Chokkalingam e De Jong (2001) definiram florestas secundárias como florestas em regeneração natural após significantes distúrbios humanos e/ou naturais na vegetação, podendo ter ocorrido uma única vez ou progressivamente por longos períodos. A floresta secundária apresenta grandes diferenças na estrutura e na composição florística, quando comparada a uma floresta primária próxima, mesmo em sítios similares.

Esta floresta era caracterizada, sobretudo, pela ausência de grande número de árvores tropicais e maior homogeneidade das espécies dominantes. A vegetação predominante é a de encosta do tipo floresta latifoliada da encosta atlântica. Originalmente todas as encostas do Vale do Itajaí estavam cobertas por densas e bem desenvolvidas florestas. As florestas eram dominadas fitofisionomicamente pelas canelas, graças a elevada abundância e frequência das mesmas, aliadas as densas e majestosas copas de canela-preta e canela-sassafrás, principais formadoras das coberturas contínuas do estrato arbóreo, nesta região.

A destacada predominância da canela-preta podia ser observada em praticamente todas as matas de encostas do Alto Vale do Itajaí, abrangendo altitudes compreendidas entre 400-800 metros, que alcançava seus valores em cobertura basal de 30% a 60%, enquanto seu valor em madeira era de cerca de 20%-40% (KLEIN, 1980).

Em grandes áreas do Alto Vale do Itajaí, continua a predominar, no estrato médio, o palmito, apresentando ainda nestas alturas, estipes bastante desenvolvidos, alcançando até 15 ou mais metros de altura, imprimindo, assim, um aspecto característico de palmeiras ao estrato, graças a sua grande abundância e distribuição bastante uniforme pelo interior da floresta. Como se desenvolve sob as frondosas e densas copas das canelas e outras árvores dominantes, está completamente ao abrigo das frequentes

geadas que se verificam nesta área, principalmente nas altitudes maiores. Ocorre até a altitude de 500-600 metros, onde frequentemente começam a se verificar os afloramentos das rochas perpendiculares, tão frequentes e características nesta região. Nas encostas situadas acima dos afloramentos perpendiculares das rochas areníticas bem como nas chapadas, não se constata mais a presença do palmito, possivelmente em virtude das maiores exposições aos ventos frios do planalto, bem como as geadas mais intensas e mais frequentes (KLEIN, 1980).

9.2.1.3.1.1.3. Vegetação Com Influência Marinha (Restingas)

As comunidades vegetais que recebem influência direta das águas do mar apresentam gêneros característicos das praias: *Remirea* e *Salicornia*. Seguem-se, em áreas mais altas, afetadas pelas marés equinociais, as conhecidas *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br e *Canavalia rosea* (Sw) DC., além dos gêneros *Paspalum* e *Hidrocotyle*. As duas primeiras são plantas escandentes e estoloníferas que atingem as dunas, contribuindo para fixá-las. Outros gêneros associados ao plano mais alto das praias contribuem para caracterizar esta comunidade pioneira: *Acicarpa*, *Achyrocline*, *Polygala*, *Spartina*, *Vignae* outros de menor importância caracterizadora (IBGE 1992).

Nas dunas propriamente ditas, a comunidade vegetal apresenta-se dominada por nanofanerófitos e o *Schinus terebinthifolius* Raddi e a *Lythrea brasiliensis* Marchand imprimem à mesma um caráter lenhoso. Destacam-se também os gêneros: *Erythroxylum*, *Myrcia*, *Eugenia* e outros de menor importância associativa (IBGE, 1992).

No "pontal rochoso" que deu origem à restinga e em algumas áreas mais internas das Planícies Marinhas, a vegetação pioneira difere do resto das comunidades arenosas. Neste pontal, a principal espécie característica é a *Clusia criuva* Cambess, associada às Cactaceae dos gêneros *Cereus* e *Opuntia*, além das muitas Bromeliaceae, dos gêneros *Vriesea*, *Bromelia*, *Canistrum*, *Aechmea* e outros, que se destacam justamente nos Estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul (IBGE, 1992).

9.2.1.3.1.1.4. Vegetação com Influência Fluviomarinha (Manguezal)

O manguezal é a comunidade microfanerofítica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle*, *Avicennia*, cujas espécies variam conforme a latitude

norte e sul, e a *Laguncularia racemosa*, que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. Nesta comunidade pode faltar um ou mesmo dois desses elementos (KLEIN, 1979).

É frequente observar manguezal composto somente com bosques de *Rhizophora*, como o do Maranhão, ou só de *Avicennia*, como o do Amapá e Santa Catarina, pois a *Laguncularia* só aparece quando existe terreno firme nos terraços e nas planícies salobras do fundo das baías e dos rios (KLEIN, 1979).

Segundo Klein (1979), no litoral norte de Santa Catarina, a espécie arbórea dominante e mais expressiva sempre foi a *Avicennia shaueriana* (siriúba), apresentando no seu emaranhado sistema radicular superficial e horizontal, inúmeros pneumatóforos, que são raízes respiratórias, ricos em tecido parenquimático cheio de amplas lacunas o qual funciona como reservatório de ar terminando externamente por poros constituindo os pneumatódios, por onde se efetuam as trocas gasosas com o meio (KLEIN, 1979).

Nestes bosques de manguezal a *Avicennia shaueriana* (siriúba) situa-se nas partes mais baixas do solo limoso e que apenas na baixa-mar se encontram fora da água. Os inúmeros pneumatóforos, além de servirem para a troca de gases com o meio, contribuem consideravelmente para o acúmulo de húmus e demais detritos floculados em suspensão, trazidos pelos rios (KLEIN, 1979).

9.2.1.3.2. Situação Vegetacional Atual da Área de Estudo

A cobertura vegetal das áreas de influência do empreendimento em estudo está inserida dentro dos limites da Região da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Atlântica ou Mata Atlântica), predominantemente caracterizada pelas Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Vegetação com Influência Marinha (Restingas) e Vegetação com Influência Fluviomarinha (Manguezal), principais tipologias vegetacionais da área de interesse do presente estudo.

A vegetação ao entorno da área diretamente afetada pelo *Terminal Portuário de Turismo BC Port* é toda fragmentada em mosaicos florestais. Estes mosaicos são entremeados com áreas urbanizadas, dentre elas residências, comércio e indústria.

Segundo Viana (1990), um fragmento florestal é qualquer área de vegetação natural contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, cidades, culturas agrícolas,

pastagens, etc.) ou naturais (montanhas, lagos, outras formações vegetacionais, etc.), capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e/ou sementes.

Próximo a desembocadura do rio Camboriú, após cruzar a rodovia BR-101, a vegetação encontrada acaba se tornando cada vez mais fragmentada devido à pressão da urbanização no Município de Balneário Camboriú, casada principalmente pelo mercado imobiliário. As áreas de preservação permanentes às margens do rio Camboriú, onde deveria haver vegetação nativa, acabaram sendo tomadas por residências, comércio e indústrias, restando apenas alguns fragmentos de vegetação distribuídos ao longo do rio. Na vegetação analisada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Submontana, espécies nativas pioneiras como silva (*Mimosa bimucronata*), embaúba (*Cecropia glaziovii*), capororoca (*Myrsine coriacea*), seca-ligeiro (*Pera glabrata*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), orelha-de-onça (*Tibouchina urvilleana*) e grandiúva (*Trema micrantha*) são encontradas, o que denotam a fase de sucessão da vegetação. Estes fragmentos de floresta nativa analisados estão em fase de regeneração. Nota-se que a vegetação foi fortemente antropizada no passado, por apresentar indivíduos característicos pioneiros heliófitos ainda jovens, em fase adulta, mortos ou senescentes, e indivíduos secundários ombrófilos em pequena quantidade e, ainda, reduzido diâmetro. Um forte indício da antropização é a presença maciça de indivíduos mortos.

Uma espécie com índice expressivo de desenvolvimento nesta região é o palmito, ou palmitheiro (*Euterpe edulis*), que é muito característico da Floresta Ombrófila Densa. Entretanto, foram encontrados alguns poucos indivíduos desta espécie, o que pode ser ocasionado pelo alto grau de antropismo nas redondezas, acarretando o furto massivo dos indivíduos remanescentes.

Ainda por ser vegetação em fase de sucessão, a vegetação apresenta grande quantidade de cipós e árvores mortas. Como indícios da antropização da floresta, pode-se evidenciar a presença de vários indivíduos bifurcados próximo ao solo. Estas bifurcações são ocasionadas pela rebrota que algumas espécies desenvolvem após o corte. Outro indício é a presença de taquaras (*Chusquea* sp.) e cipós, que se mantêm após a alteração da floresta, ou mesmo com a floresta ainda jovem, conforme foto a seguir.

Na Vegetação com Influência Fluviomarinha (Manguezal), as espécies nativas que dominam o estrato arbóreo são mangue-branco (*Laguncularia racemosa*), mangue-preto (*Avicennia schaueriana*) e mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*).

Já no fragmento de Vegetação com Influência Marinha (Restingas) analisado na Praia Central de Balneário Camboriú, muito próximo ao sítio onde se prevê a instalação do empreendimento, a espécie de destaque é rabo-de-bugio (*Dalbergia ecastaphyllum*), ocorrendo também alguns indivíduos de cipó (*Ipomoea* sp.) e cipó (*Crotalaria* sp.). A *Dalbergia ecastaphyllum* é uma espécie tipicamente costeira, comum em condições de alta salinidade, nas dunas litorâneas, muitas vezes formando densos agrupamentos.

Devido a intensa ocupação urbana na Praia Central de Balneário Camboriú, a ocorrência da Vegetação com Influência Marinha (Restingas) tornou-se bastante restrita, sendo limitada apenas a um pequeno fragmento localizado próximo à Barra Sul. Dessa forma, a vegetação de restinga (tipologia presente no litoral arenoso) foi suprimida para dar lugar ao crescimento urbanístico.

A seguir são apresentadas algumas imagens com as feições encontradas nas áreas de influência do empreendimento.



Foto 01. Vegetação de Mangue vista da ponte sob o rio Camboriú (Via Gastronômica), AID do empreendimento.



Foto 02. Vegetação de Mangue vista da ponte sob o rio Camboriú (Via Gastronômica), AID do empreendimento.



Foto 03. Vegetação de Mangue próximo à ponte sob o rio Camboriú (Rodovia BR-101), AID do empreendimento.



Foto 04. Vegetação de Mangue próximo à ponte sob o rio Camboriú (Rodovia BR-101), AID do empreendimento.



Foto 05: Vegetação de Mangue próximo ao rio Camboriú (Rua Manoel Rebelo dos Santos), AID do empreendimento.



Foto 06. Vegetação de Mangue próximo ao rio Camboriú (Rua Manoel Rebelo dos Santos), AID do empreendimento.

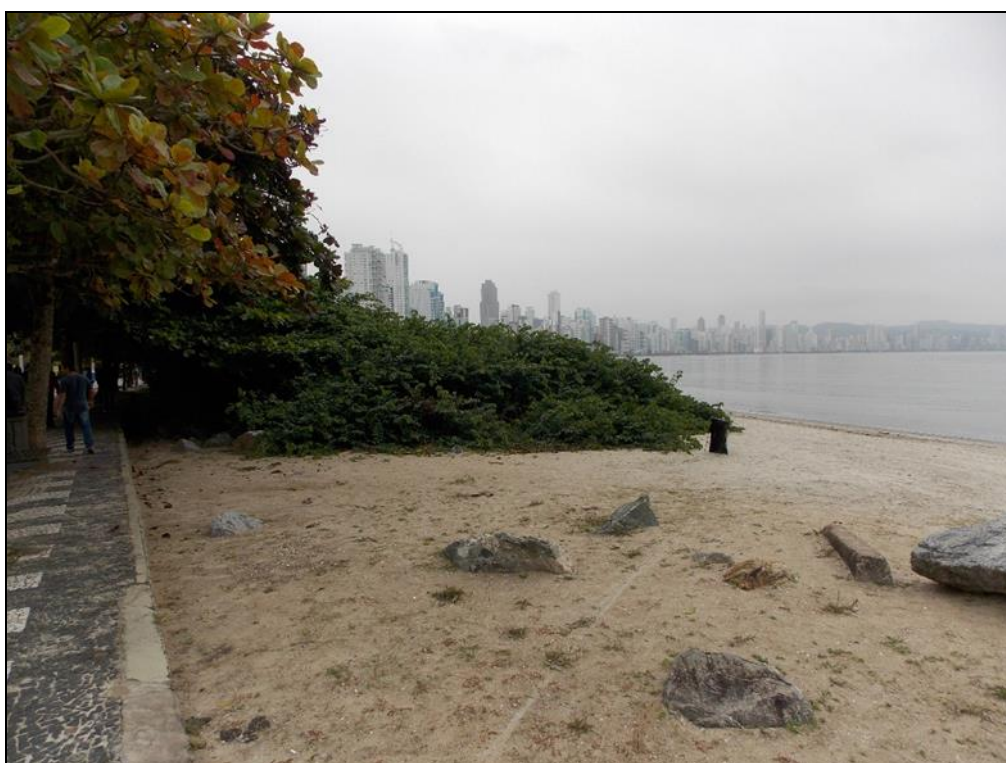


Foto 07. Fragmento de restinga, Praia Central de Balneário Camboriú (Av. Atlântica), AID do empreendimento.



Foto 08. Fragmento de restinga, Praia Central de Balneário Camboriú (Av. Atlântica), AID do empreendimento.



Foto 09. Fragmento de restinga, Praia Central de Balneário Camboriú (Av. Atlântica), AID do empreendimento.



Foto 10. Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana próximo à ADA do empreendimento – fundo a direita (trapiche foz do rio Camboriú).



Foto 11. Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana próximo à ADA do empreendimento – fundo a esquerda (trapiche foz do Rio Camboriú).