

---

# **SCPar Porto de São Francisco do Sul - S/A**

---

## **PLANO DE DRAGAGEM**

**DRAGAGEM DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA AQUAVIÁRIO (CANAL DE ACESSO, BACIA DE EVOLUÇÃO, DÁRSENA E CAIS) DO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL, SANTA CATARINA**

**COTA DE DRAGAGEM -14m DHN**



**Agosto de 2019**

---

**SUMÁRIO**

---

1.	APRESENTAÇÃO .....	3
2.	LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DE DRAGAGEM E DA ÁREA DE DESCARTE 4	
3.	COTAS BATIMÉTRICAS PRETENDIDAS E COTAS ATUAIS DO SISTEMA AQUAVIÁRIO 20	
4.	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE DRAGAGEM .....	20
5.	VOLUME A SER DRAGADO .....	27
6.	CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS .....	28
7.	EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE DRAGAGEM E DESCARTE .....	78
8.	MÃO DE OBRA .....	88
9.	CRONOGRAMA EXECUTIVO .....	90
10.	CANTEIRO DE OBRAS, INFRAESTRUTURA DE APOIO E INSUMOS.....	92
11.	MONITORAMENTO E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE DRAGAGEM .....	95
12.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	99
13.	ANEXOS.....	101

## 1. APRESENTAÇÃO

Este documento consiste do Plano de Dragagem para a manutenção das profundidades do Canal de Acesso, Bacia de Evolução, Dársena e Berços de Atracação do Porto de São Francisco do Sul, para a cota de -14m DHN.

A batimetria considerada na estimativa do volume de dragagem foi levantada em maio de 2019 para toda a área do atual traçado do sistema aquaviário. O levantamento consistiu de uma batimetria multifeixe, reduzida ao zero da DHN para o local, realizado de acordo com as Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM 25 – DHN), Categoria “B”.

Ao longo deste Plano de Dragagem serão apresentadas as características do projeto geométrico do sistema aquaviário a ser dragado, a delimitação e o levantamento batimétrico das áreas de dragagem e descarte, a possibilidade do uso benéfico do material dragado, as cotas pretendidas para a dragagem, a máscara de dragagem e o volume a ser dragado, a caracterização dos sedimentos a serem dragados, os equipamentos e técnicas de dragagem a serem empregadas, o cronograma executivo, considerações sobre canteiro de obras, infraestrutura de apoio e insumos, assim como as medidas de monitoramento e controle das atividades de dragagem, definidas pelo Plano Básico Ambiental – PBA do Porto de São Francisco do Sul, que deverão ser implementadas ao longo das atividades propostas.

No que concerne ao uso benéfico dos sedimentos dragados do sistema aquaviário, avalia-se neste Plano de Dragagem a possibilidade de destinação de parte da fração arenosa dos sedimentos dragados para utilização nas obras de aterro da lagoa artificial do Porto de São Francisco do Sul, localizada a retrocais do berço 201, no âmbito do projeto de expansão da retroárea, conforme submetido a avaliação deste órgão ambiental através do Ofício PSFS Nº 0686/2017 (SEI 0666587).

## 2. LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DE DRAGAGEM E DA ÁREA DE DESCARTE

### 2.1. Área de Dragagem

A área de dragagem consiste da poligonal do sistema aquaviário do Porto de São Francisco do Sul, com vértices localizados na Figura 1 e descritos na Tabela 1. Deve-se destacar que, por se tratar de um Plano de Dragagem para manutenção das profundidades licenciadas do sistema aquaviário, pretende-se dragar somente as áreas onde a cota batimétrica apresenta-se abaixo dos -14,0m DHN.

Tabela 1. Coordenadas dos vértices da área de dragagem, delimitada pelo sistema aquaviário proposto. *Datum* horizontal SIRGAS-2000, Zona UTM 22J, hemisfério sul.

Vértice	X (Leste, m)	Y (Norte, m)
C1	750311	7101612
C2	750194	7101502
C3	745996	7105511
C4	745990	7105731
C5	735471	7097140
C6	735632	7097060
C7	735045	7096286
C8	736055	7095711
C9	736263	7095896

A batimetria da área a ser dragada é apresentada da Figura 2 a Figura 6. O levantamento hidrográfico foi realizado entre os dias 1 e 10 de maio de 2019 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental, utilizando um transdutor multifeixe na frequência de 300 kHz.

O levantamento foi realizado seguindo as orientações das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM 25 DHN), Categoria "B", e as profundidades estão reduzidas ao Zero da DHN para o Local (*Datum* vertical), referenciadas à Estação Maregráfica Clube Náutico Cruzeiro do Sul (F41 - 60 225).

No canal externo as profundidades variam em sua maior parte entre 12 e 14m, com alguns pontos isolados na parte interna da curva que apresenta profundidades entre 7,5 e 8,5m. Entre o final da curva do canal de acesso e a região em frente ao Porto Itapoá, as profundidades variam entre 11m e 29m, conforme ilustrado Figura 4. As maiores

profundidades ocorrem na região em frente ao Porto Itapoá, e as menores são observadas na transição da curva do canal de acesso e o canal interno.

Para o canal interno, que compreende o trecho entre o Porto Itapoá e a bacia de evolução do Porto de São Francisco do Sul, as profundidades variam entre 13m e 27,5m. As maiores profundidades ocorrem em regiões pontuais, na porção oeste do canal interno, e as menores profundidades são observadas na região central do sistema aquaviário.

Para a área da bacia de evolução e dos berços de atracação, as profundidades variam em sua maior parte entre 10m e 21,5m, com alguns pontos isolados de 8,5m nas proximidades dos berços de atracação, conforme apresentado na Figura 6. As maiores profundidades ocorrem na transição entre o canal interno e a bacia de evolução, e as menores são observadas na região dos berços de atracação.

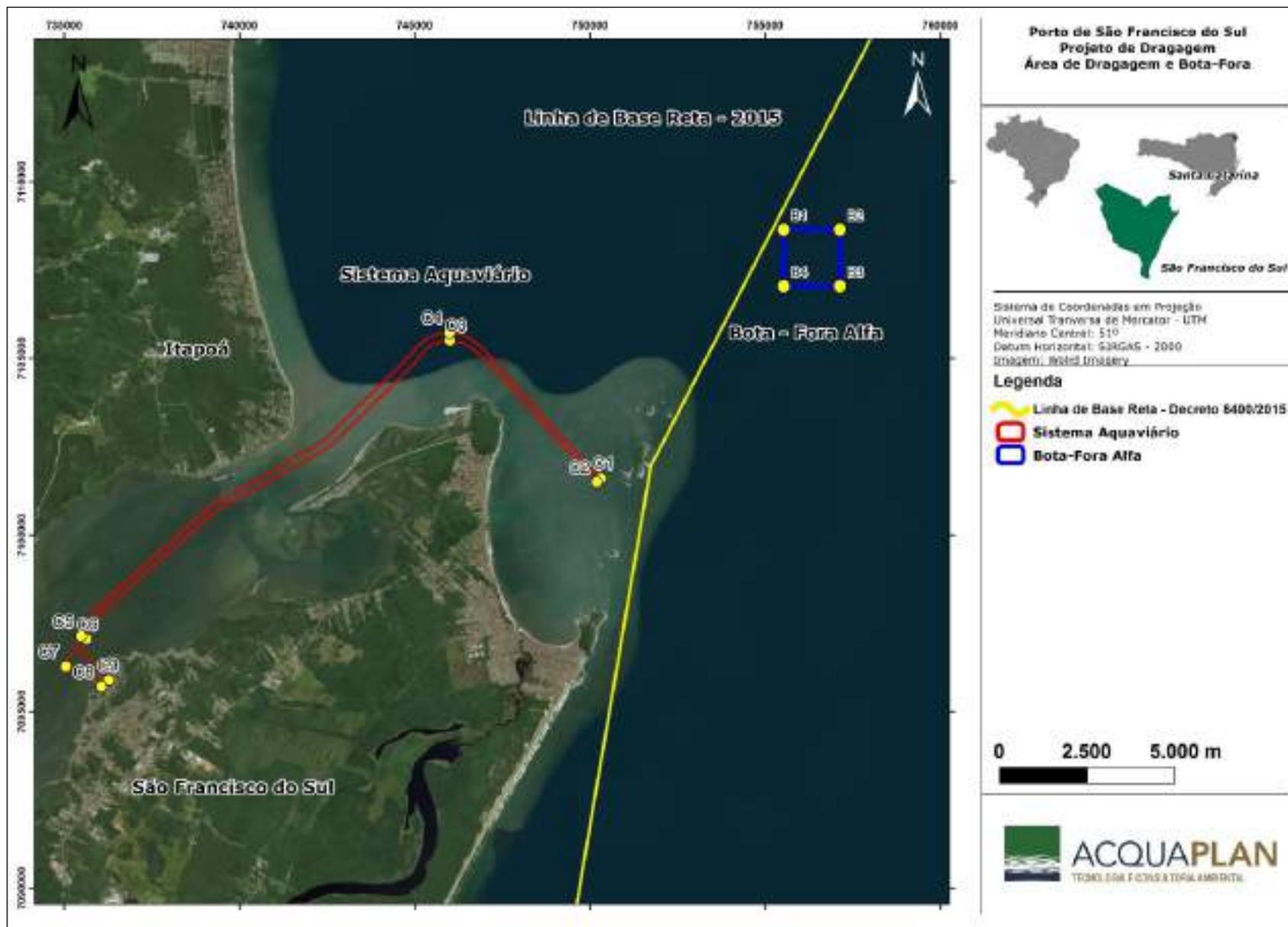


Figura 1. Poligonais e vértices da área de dragagem (sistema aquaviário, em vermelho) e da área de bota-fora (em azul) propostas para este plano de dragagem, e linha de base reta, na região costeira da desembocadura da baía da Bábingtona.

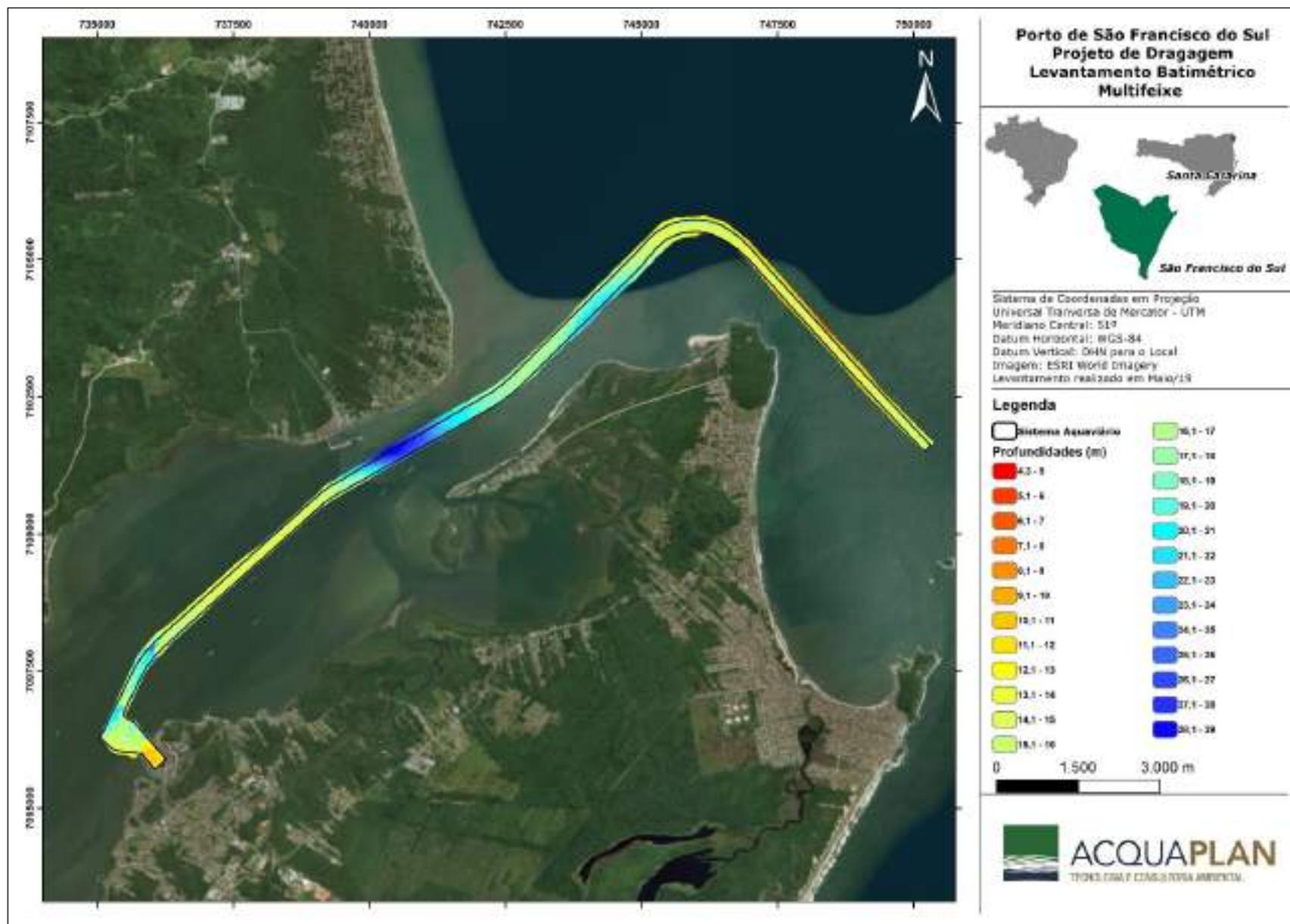


Figura 2. Levantamento batimétrico do sistema aquaviário. Realizado no período de 01/05/2019 a 10/05/2019 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental. Datum vertical da DHN para o local. Datum horizontal SIRGAS-2000.

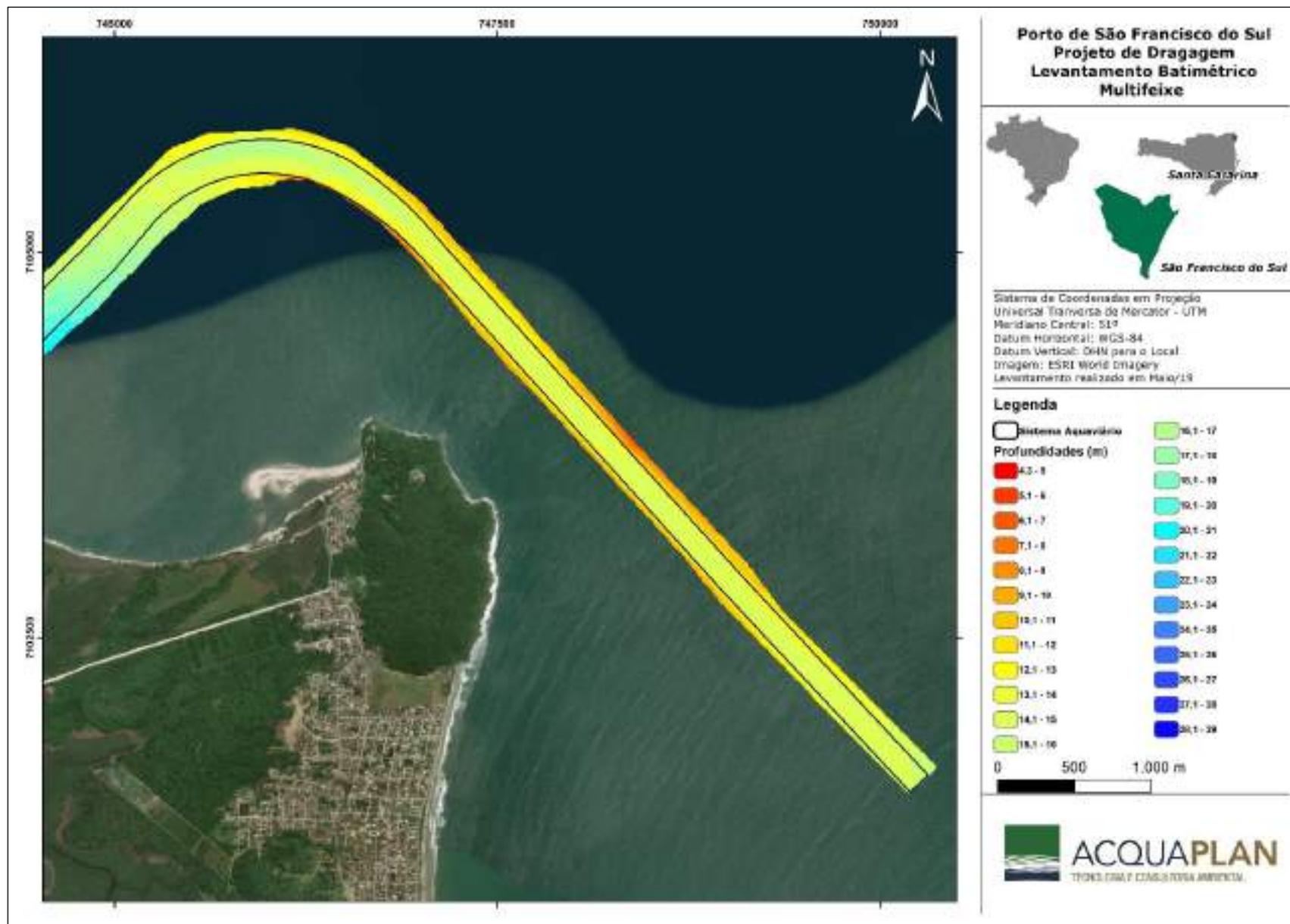


Figura 3. Levantamento batimétrico da área a ser dragada. Realizado no período de 01/05/19 a 10/05/19 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental. Datum vertical da DHN para o local. Datum horizontal SIRGAS-2000. Detalhe para o canal externo.

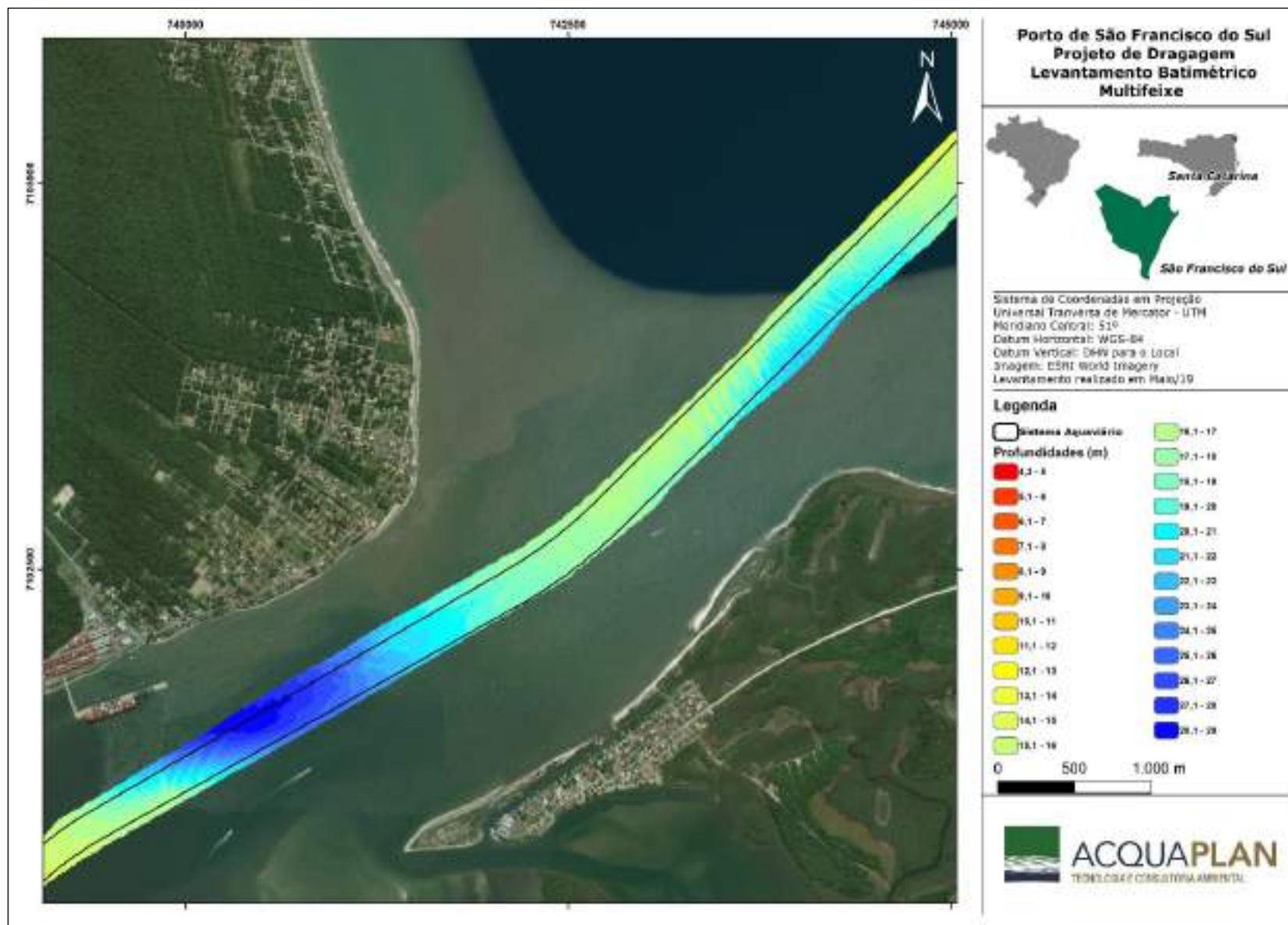


Figura 4. Levantamento batimétrico da área a ser dragada. Realizado no período de 01/05/19 a 10/05/19 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental. Datum vertical da DHN para o local. Datum horizontal SIRGAS-2000. Detalhe para o canal externo na região em frente ao Porto Itapoá.

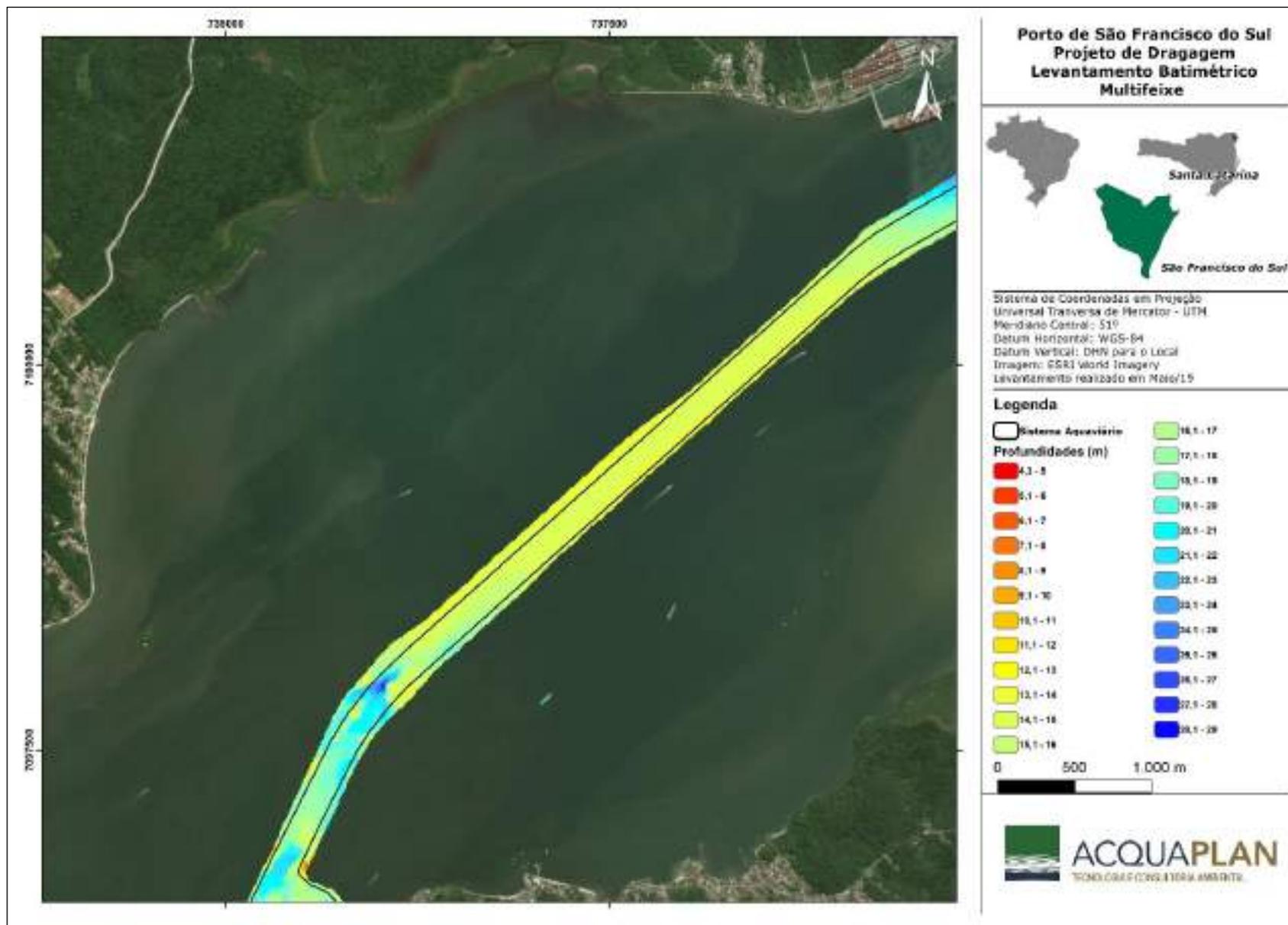


Figura 5. Levantamento batimétrico da área a ser dragada. Realizado no período de 01/05/19 a 10/05/19 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental. Datum vertical da DHN para o local. Datum horizontal SIRGAS-2000. Detalhe para o canal interno.

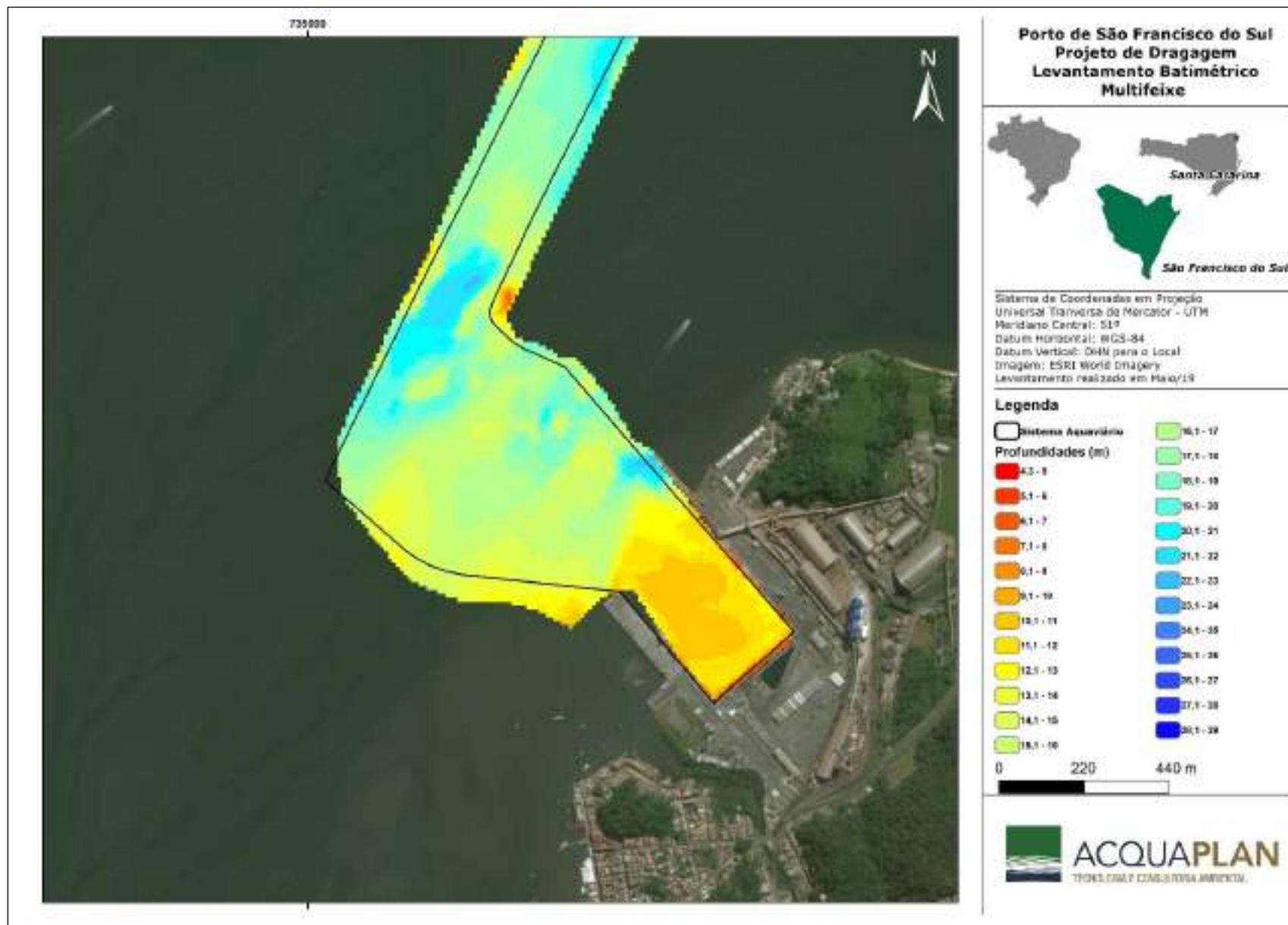


Figura 6. Levantamento batimétrico da área a ser dragada. Realizado no período de 01/05/19 a 10/05/19 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental. Datum vertical da DHN para o local. Datum horizontal SIRGAS-2000. Detalhe para a bacia de evolução.

## 2.2. Área de Descarte

Para o descarte do material dragado do sistema aquaviário do Porto de São Francisco do Sul, em atendimento ao artigo 15 da Resolução CONAMA Nº 454/2012, o empreendedor deverá considerar, previamente à decisão sobre a disposição do material dragado, a possibilidade da utilização benéfica do material dragado, de acordo com sua caracterização e classificação, bem como a avaliação ambiental e a análise da viabilidade econômica e operacional das opções de disposição.

Desta forma, para este Plano de Dragagem é considerada como área principal de descarte do material dragado o bota-fora marinho (Bota-Fora Alfa) na região costeira adjacente à baía da Babitonga, devidamente licenciada pelo IBAMA (Parecer Técnico IBAMA Nº 02026.000054/2015-05 NLA/SC/IBAMA). Ainda, de forma a dar o uso benéfico de pequena parte do material dragado, constituído de fácies areia, avalia-se uma área localizada a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul (lagoa artificial), onde se prevê a realização de obras de aterro e expansão da retroárea, conforme descrito em detalhe na sequência do documento.

Referente ao uso da área de descarte localizada a retrocais do berço 201, deverão ser lançados no mínimo 24.819 m<sup>3</sup> de material com granulometria exclusivamente arenosa para aterro desta área, conforme projeto de expansão da retroárea submetido à análise deste órgão ambiental através do Ofício PSFS Nº 686/2017 (Anexo I - SEI 0666587). O restante do material dragado deverá ser descartado na área de bota-fora marinho (bota-fora Alfa).

### 2.2.1. Área de Bota-Fora Marinho

A área de descarte de sedimentos para as atividades de dragagem de manutenção do Porto de São Francisco do Sul, denominada Bota-Fora Alfa, devidamente licenciada pelo IBAMA pelo Parecer Técnico IBAMA Nº 02026.000054/2015-05 NLA/SC/IBAMA, está localizada a aproximadamente 23 km de distância do Porto de São Francisco do Sul, na região costeira adjacente à baía da Babitonga, e a aproximadamente 5 km da linha de costa. Tem profundidades que variam entre 19m e 23,5m, conforme apresentado na Figura 7 e na Figura 8, e vértices descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Vértices área marinha de descarte (Bota-Fora Alfa). Datum horizontal SIRGAS-2000. Zona UTM 22J, hemisfério sul.

<b>Vértices</b>	<b>X (E)</b>	<b>Y (N)</b>
<b>B1</b>	755522,00	7108650,00
<b>B2</b>	757122,00	7108650,00
<b>B3</b>	755522,00	7107050,00
<b>B4</b>	757122,00	7107050,00

As profundidades da área de descarte Bota-Fora Alfa são apresentadas na Figura 8. O levantamento batimétrico foi realizado entre abril e maio de 2018 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda., utilizando um transdutor monofeixe na frequência de 200 kHz. Importante destacar que, após a realização deste levantamento batimétrico, o Bota-Fora Alfa não foi mais utilizado para descarte de sedimentos, sendo o último descarte ocorrido na dragagem realizada no segundo semestre de 2016, autorizado por este órgão ambiental através do Ofício N°02001.005713/2016-51 DILIC/IBAMA.

O levantamento foi realizado seguindo as orientações das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM 25 DHN), Categoria "B", e as profundidades estão reduzidas ao Zero da DHN para o Local (*Datum* vertical), referenciadas à Estação Maregráfica Clube Náutico Cruzeiro do Sul (F41 - 60 225).

O descarte do material dragado na área marinha deverá ser realizado por meio da abertura da cisterna de uma draga autotransportadora (*TSHD*) sobre a área de bota-fora, conforme descrito em detalhe no capítulo de EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE DRAGAGEM E DESCARTE.

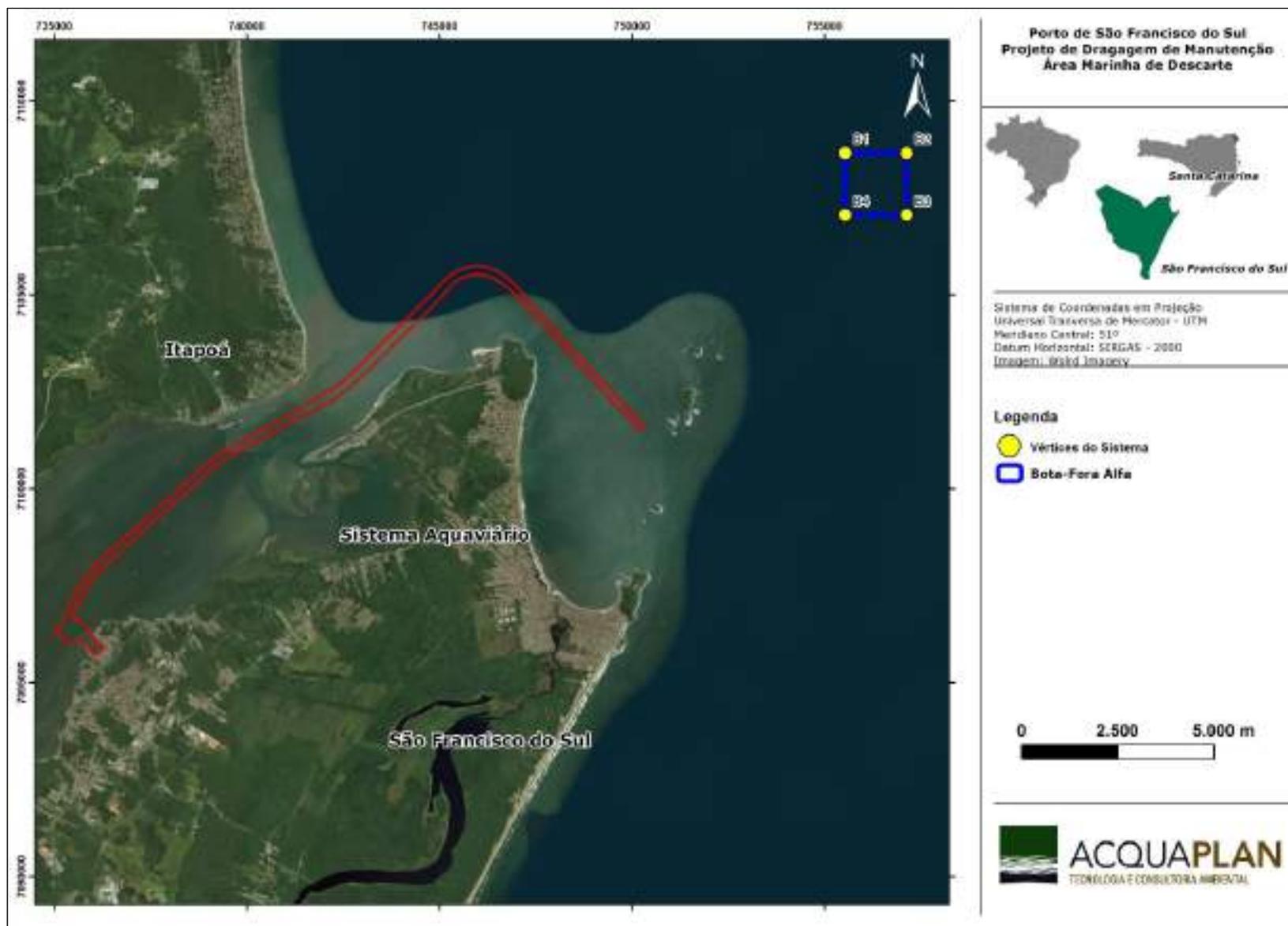


Figura 7. Área de bota-fora marinho, localizada na região costeira adjacente à desembocadura da baía da Babitonga.

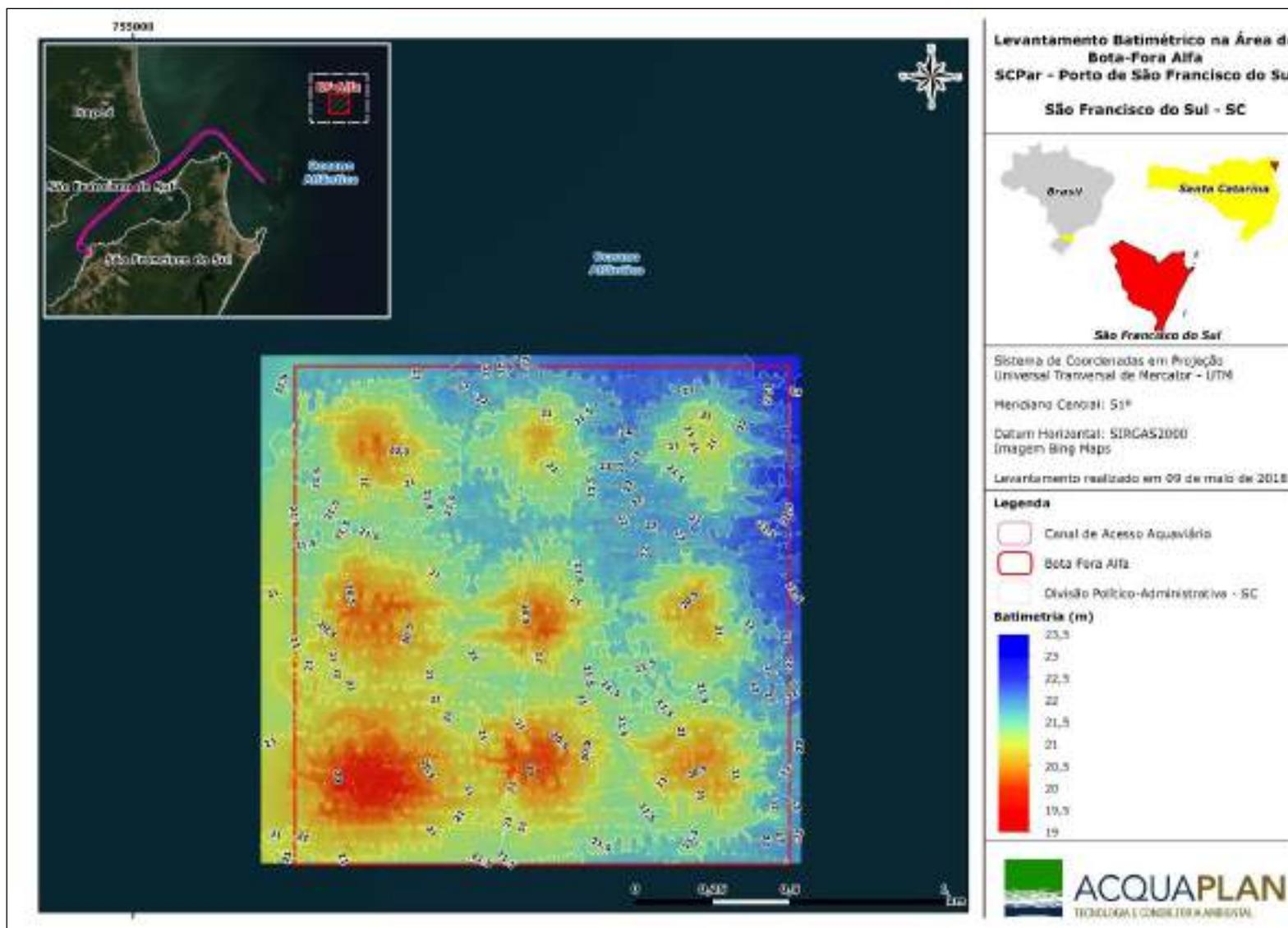


Figura 8. Batimetria da área marinha de descarte de sedimentos (Bota-Fora Alfa). Levantamento realizado em 09 de maio de 2018 pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda.

### 2.2.2. Área de Retrocais – Lagoa Artificial (“Piscinão”)

A Área de Retrocais – Lagoa Artificial, também denominada de “piscinão”, consiste de um corpo d’água artificial, localizado a retrocais do berço 201, com coordenadas do ponto central sendo  $-26.238087^\circ$  e  $-48.635284^\circ$  e área aproximada de  $4.429\text{m}^2$ , conforme apresentado no memorial descritivo do projeto de aterro do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul, elaborado pela empresa AJM Construtora, encaminhado à análise deste órgão ambiental através do Ofício PSFS Nº 686/2017 (Anexo I – SEI 0666587).



Figura 9. Registro fotográfico da área de descarte do material dragado localizada a retrocais do berço 201.



Figura 10. Registro fotográfico da área de descarte do material dragado localizada a retrocais do berço 201, com destaque para a diferença de nível entre a lâmina d’água e o topo do piso da área de entorno.

É intenção do Porto de São Francisco do Sul aterrar esta lagoa para incorporar a mesma à sua área de retrocais, aumentando consideravelmente a produtividade do terminal portuário. Considerando a qualidade ambiental do material a ser dragado nas obras de dragagem de manutenção das profundidades do sistema aquaviário deste porto, conforme caracterização apresentada no item 6 deste documento, um volume de 24.819 m<sup>3</sup> de sedimentos arenosos, a serem dragados da área do canal externo, deverá ser descartado na área da lagoa.

Na Figura 11 é apresentado um diagrama esquemático da condição atual da lagoa a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul, representando a lagoa separada das águas da baía da Babitonga por estacas pranchas anexadas ao berço 201.

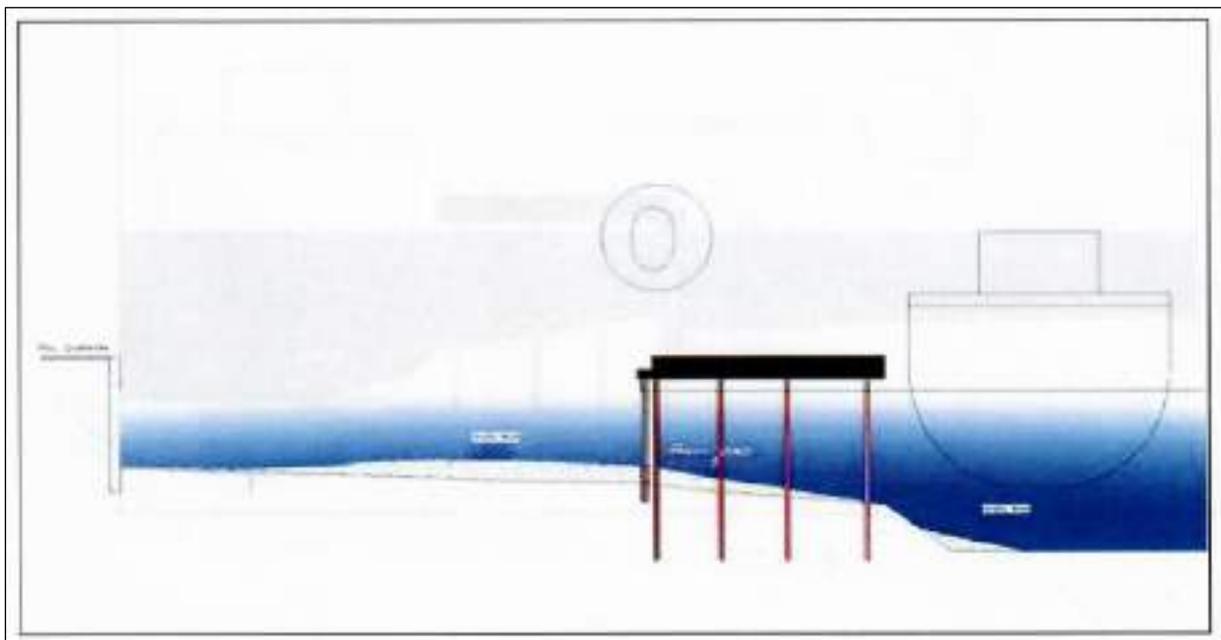


Figura 11. Diagrama esquemático da condição atual da lagoa a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul. Fonte, AJM (2017).

As profundidades na área da lagoa variam aproximadamente entre 4,8m e 12m (Figura 12), conforme levantamento batimétrico realizado no local em janeiro de 2008 pela empresa Hidrotopo, antes da realização das obras que resultaram no isolamento deste corpo d'água na área de retrocais.

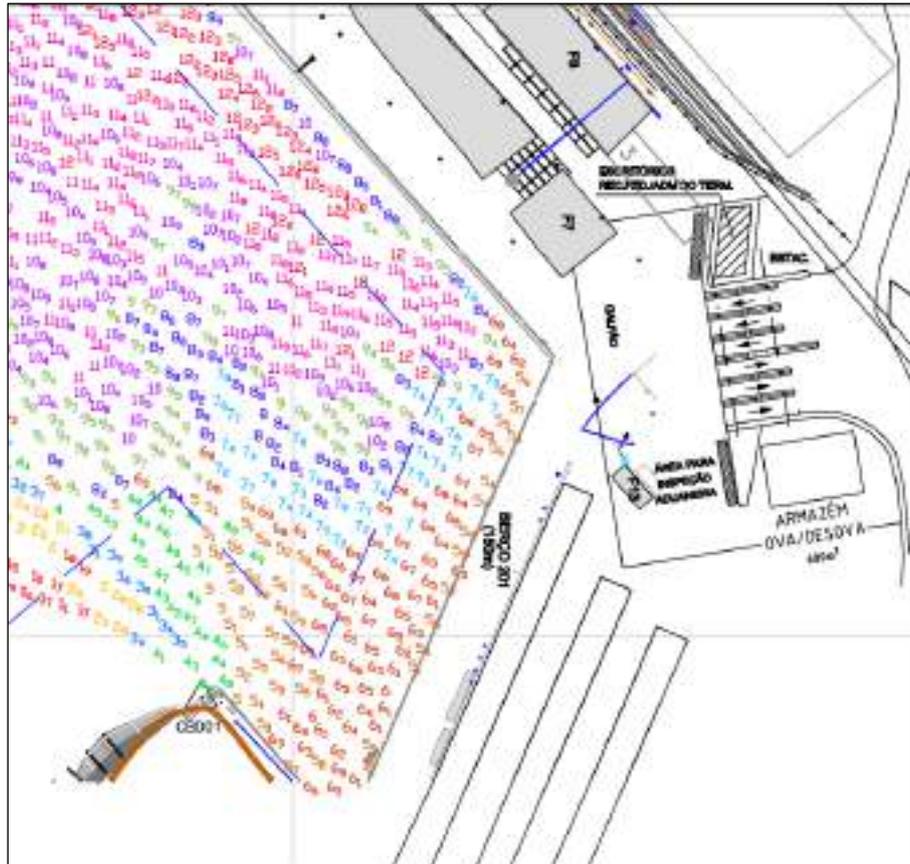


Figura 12. Levantamento batimétrico realizado na lagoa a retrocais em janeiro de 2008 pela empresa Hidrotopo, antes da realização das obras que resultaram no isolamento deste corpo d'água na área de retrocais

Conforme descrito no memorial descritivo do projeto de aterro da lagoa na área de retrocais (AJM, 2017), no fundo da lagoa existe uma camada de argila com volume de aproximadamente  $4.662 \text{ m}^3$ , que deverá ser removida antes do aterro com o material arenoso ( $24.819 \text{ m}^3$ ) proveniente da dragagem do canal externo do sistema aquaviário. Esta remoção do sedimento lamoso deverá ser realizada pela mesma empresa a executar as atividades de dragagem do sistema aquaviário.

As técnicas e os equipamentos necessários para a dragagem e o descarte de material lamoso e aterro da lagoa a retrocais estão descritos em detalhe no capítulo EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE DRAGAGEM E DESCARTE, item 7 deste documento.



Figura 13. Área de descarte da fração arenosa do material dragado (circundada em vermelho), localizada a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul.

### **3. COTAS BATIMÉTRICAS PRETENDIDAS E COTAS ATUAIS DO SISTEMA AQUAVIÁRIO**

A cota batimétrica pretendida para todo o sistema aquaviário é de -14m (DHN), sendo que as cotas atuais estão apresentadas no capítulo anterior, no levantamento batimétrico da área de dragagem, da Figura 2 à Figura 6.

### **4. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE DRAGAGEM**

A máscara de dragagem consiste na representação em planta da espessura do pacote de material sedimentar a ser dragado para a manutenção das profundidades do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m DHN, conforme ilustrado da Figura 14 à Figura 19.

A intervenção de dragagem para a manutenção das profundidades em -14m (DHN) será necessária em aproximadamente 9,26% da área total do sistema aquaviário, conforme ilustrado nas figuras a seguir.

A espessura de dragagem varia entre 1m e 7m. As maiores espessuras de dragagem (7m) são observadas de forma muito pontual, localizadas somente na parte interna da curva do canal de acesso e na região próxima aos berços de atracação.

No canal externo a maior parte do pacote a ser dragado apresenta espessuras que variam entre 1 e 2m, sendo que em alguns trechos ocorrem pacotes de 2 a 5 metros, com destaque para a região da curva do canal (Figura 16).

Na região a montante do Porto Itapoá, no trecho do canal interno, ocorrem áreas de dragagem com espessura que varia de 1 a 2m, conforme apresentado na Figura 18.

Na bacia de evolução ocorrem áreas de dragagem concentradas na extremidade oeste, com espessura de 1m, conforme apresentado claramente na Figura 19.

No berço de atracação e dársena a espessura de dragagem varia de 1m a 7m (pontual), sendo que a maior parte da área no trecho do berço de atracação a espessura de dragagem varia entre 2 e 4m.

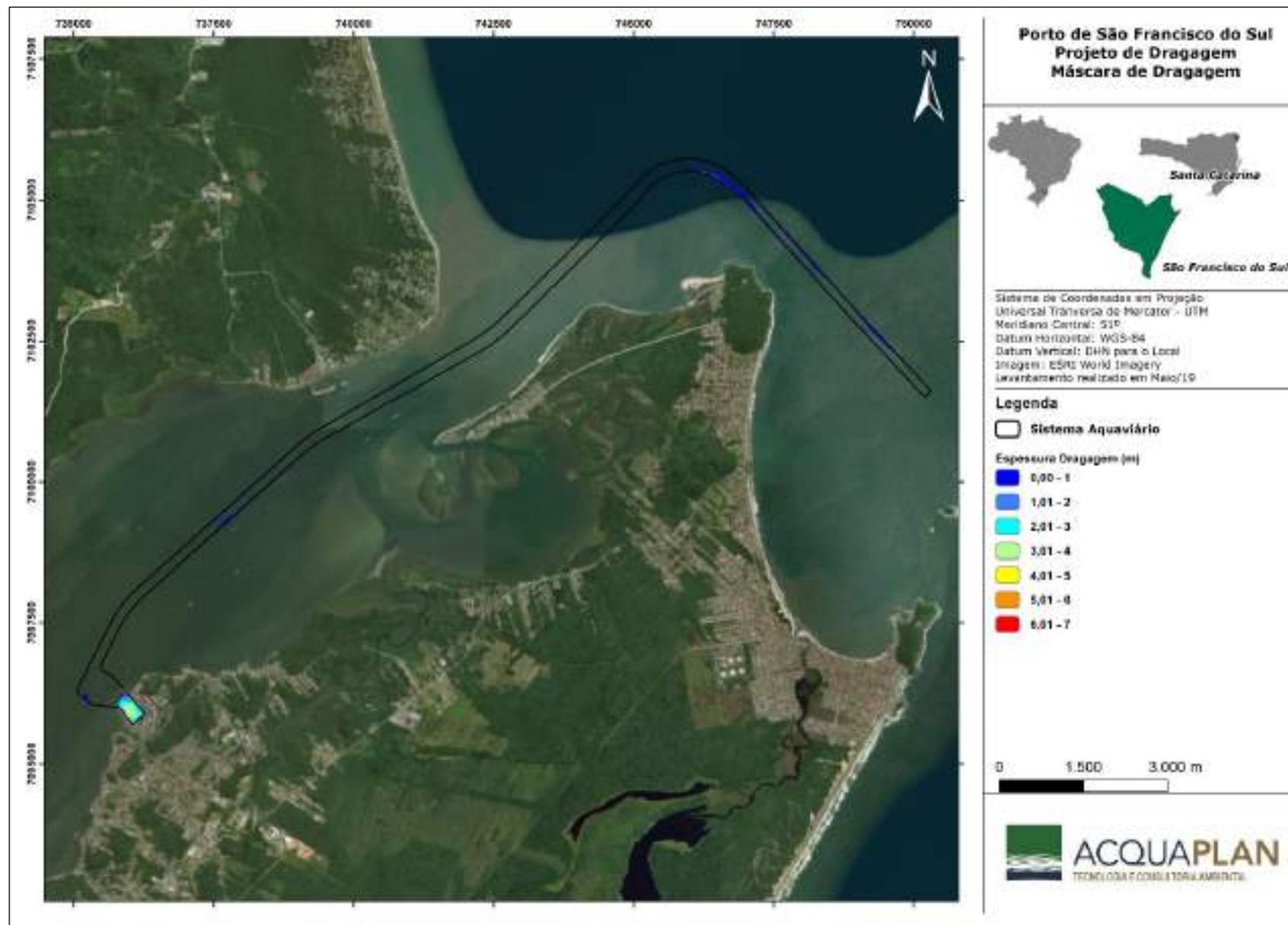


Figura 14. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN).

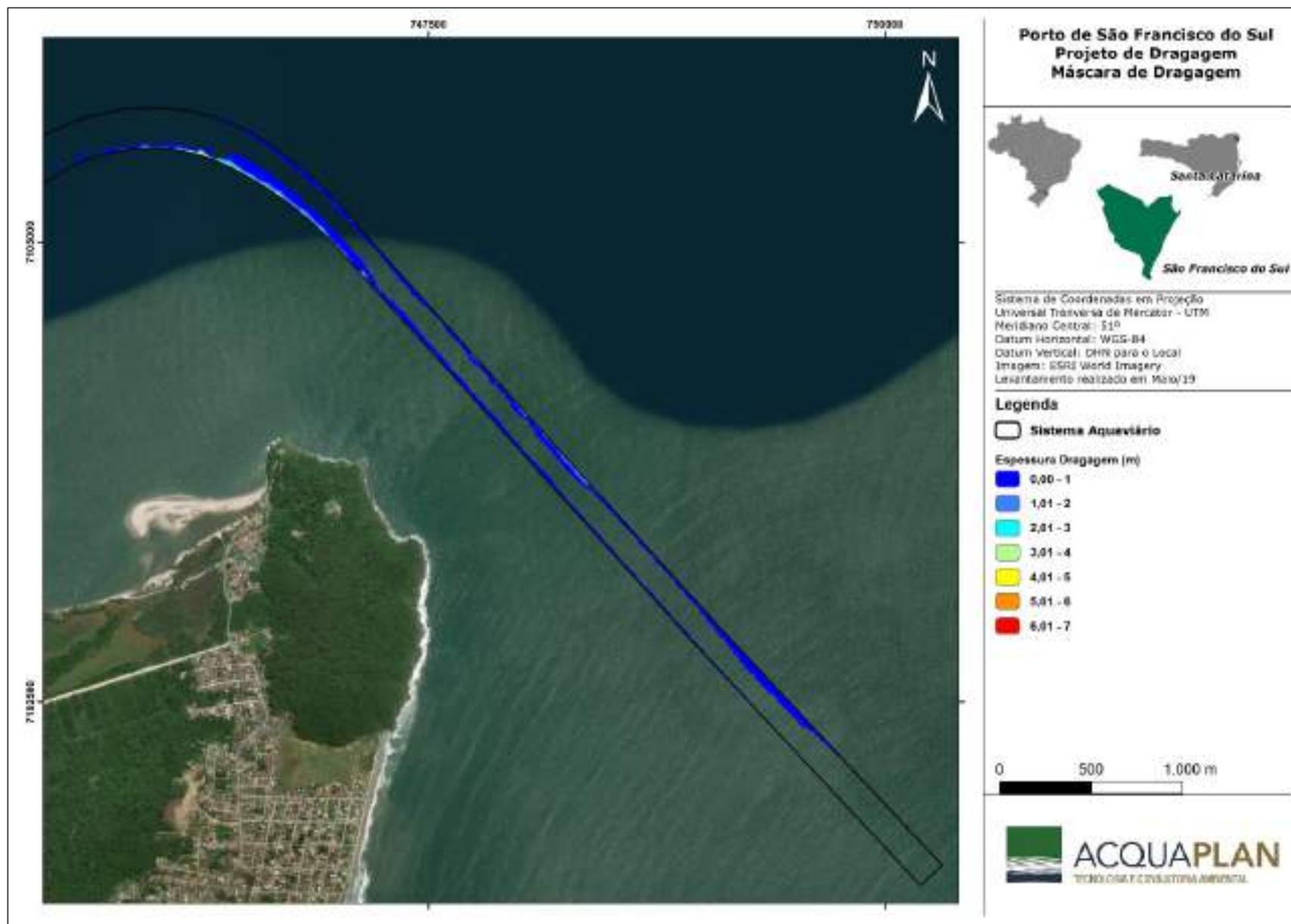


Figura 15. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN). Detalhe para a região do canal externo e a curva do canal de acesso.

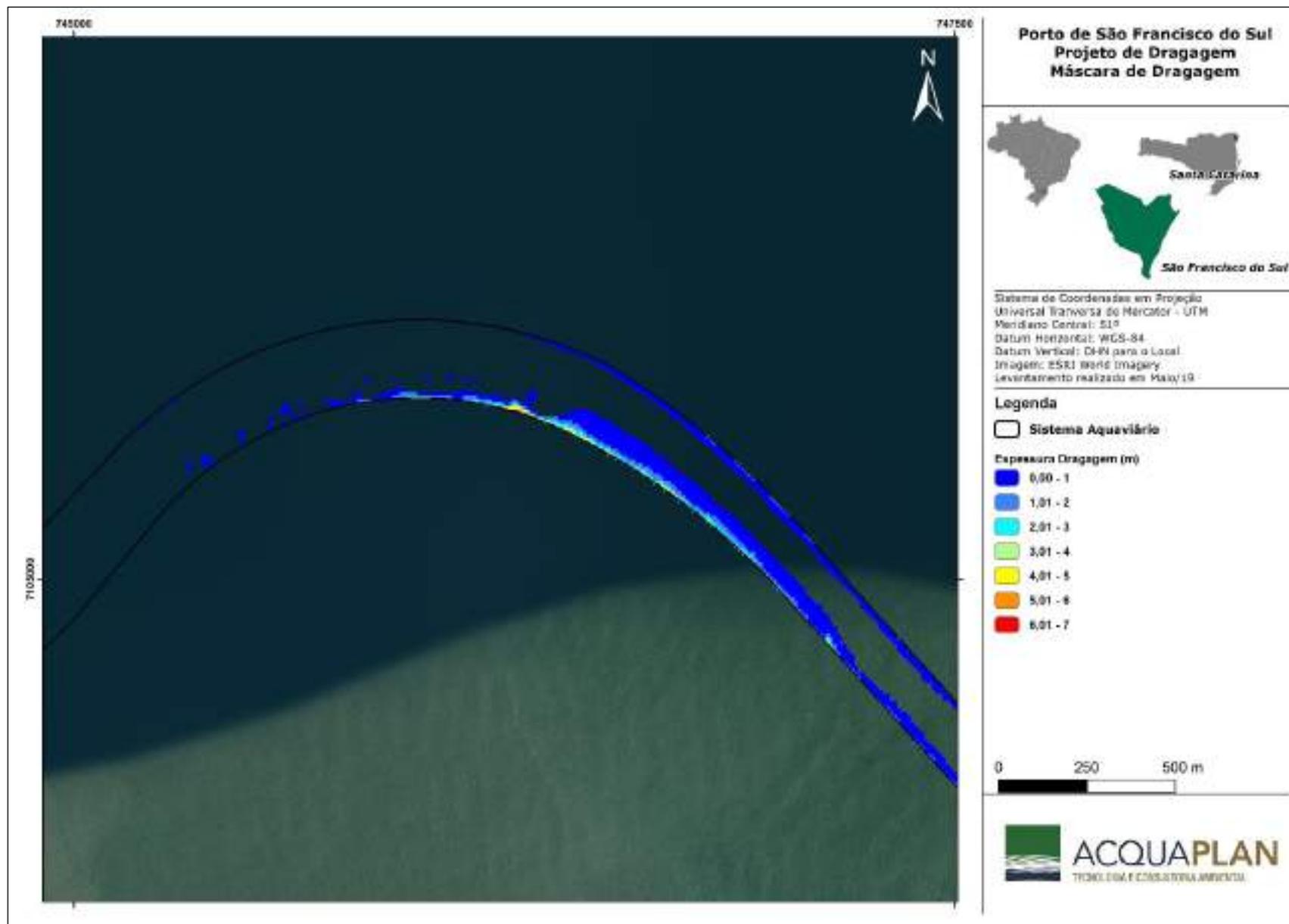


Figura 16. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN). Detalhe para a região curva do canal de acesso.

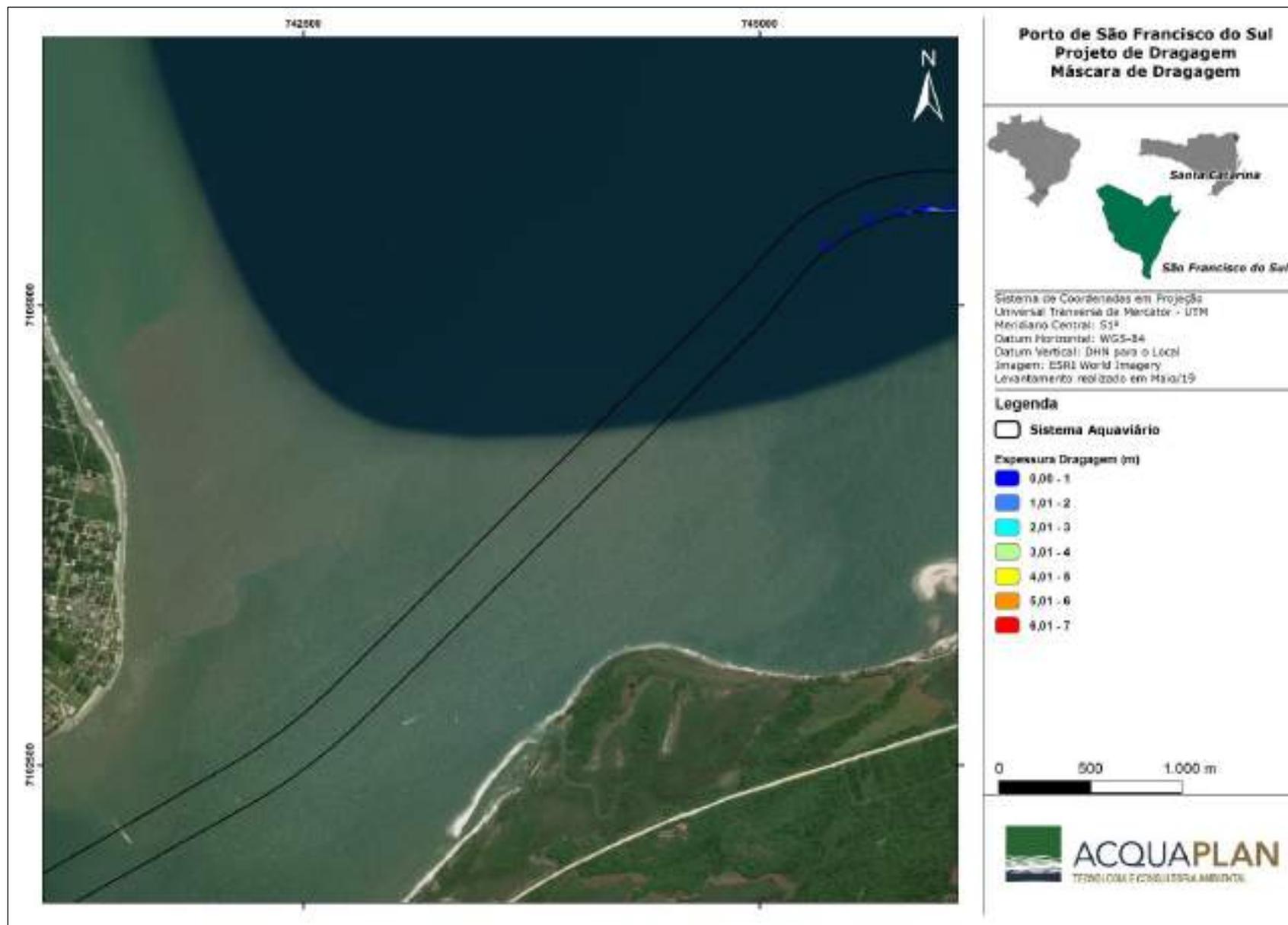


Figura 17. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN). Detalhe para a região curva do canal de acesso e região da desembocadura da baía da Babitonga.

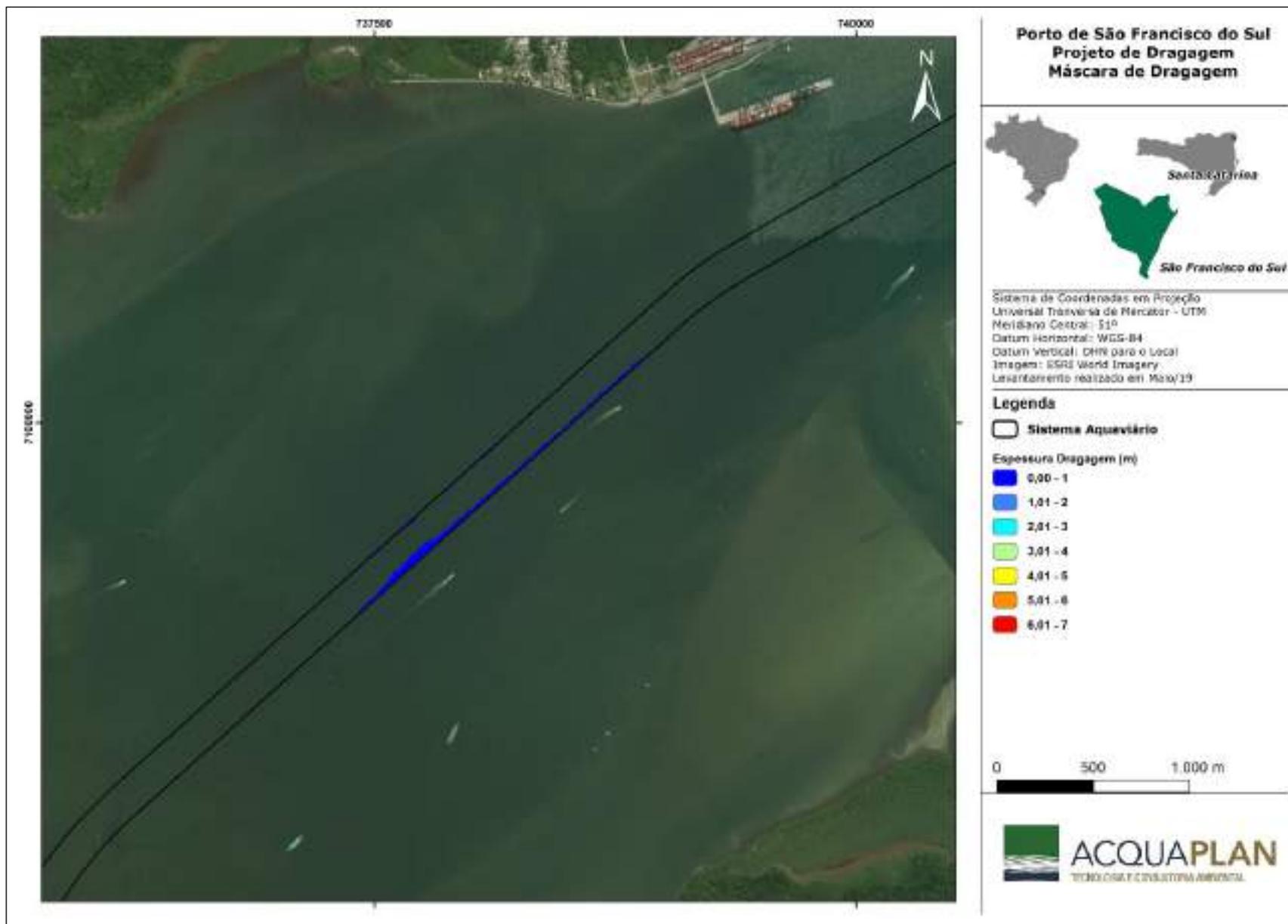


Figura 18. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN). Detalhe para a região do canal de interno.

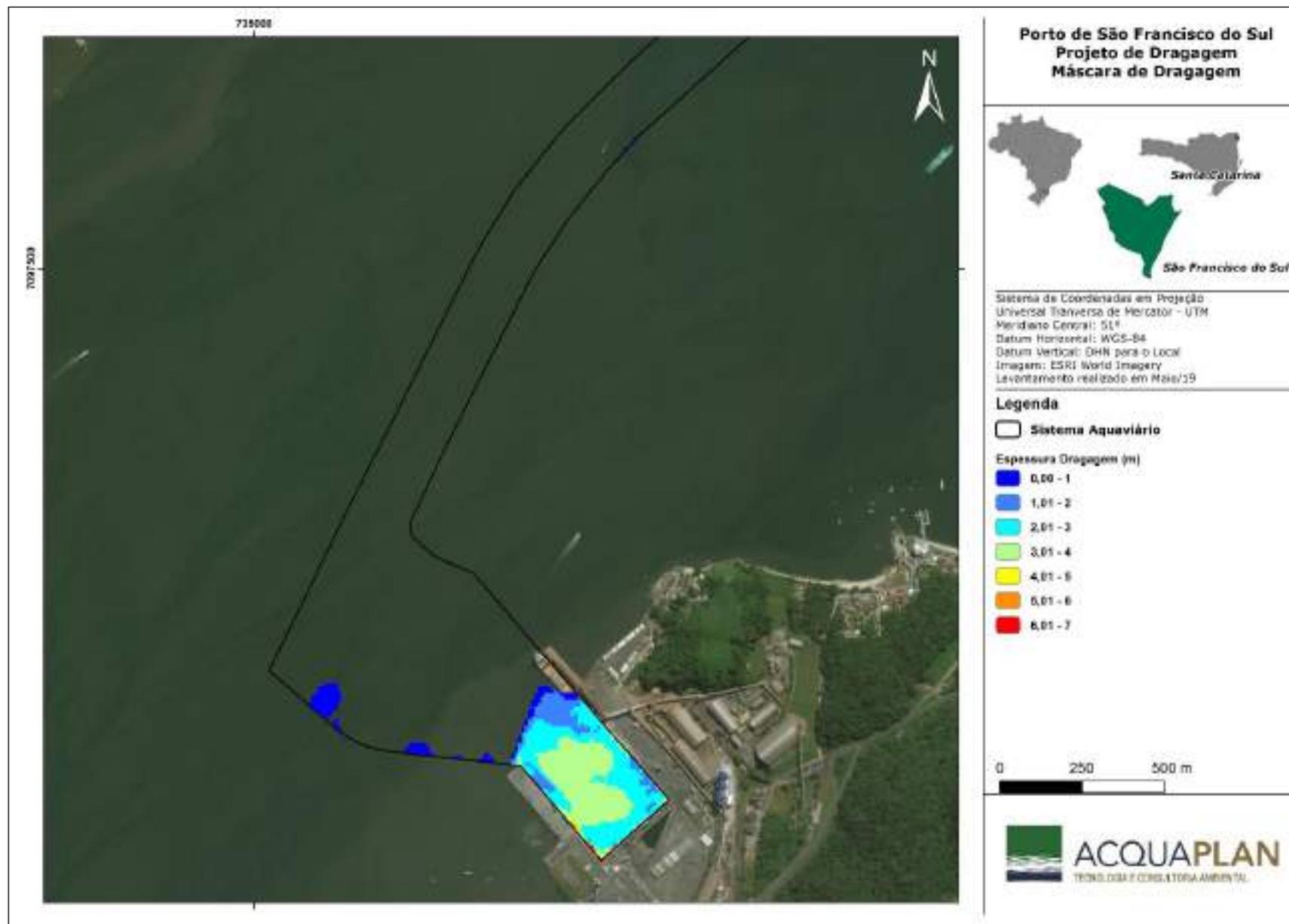


Figura 19. Máscara de dragagem para a manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul para a cota de -14m (DHN). Detalhe para a região da bacia de evolução, dársena e berços de atracação.

## 5. VOLUME A SER DRAGADO

A estimativa do volume a ser dragado foi realizada considerando a atual configuração geométrica do sistema aquaviário proposto, ilustrado na Figura 1, conforme levantamento batimétrico realizado entre 01/05/2019 e 10/05/2019, ilustrado da Figura 2 à Figura 6

Para a tolerância vertical de sobredragagem foi adotado o valor de 0,5m e o talude de estabilidade de dragagem com razão de 1:6 para toda a área a ser dragada.

As cotas de dragagem são de -14m (DHN) para toda a área do sistema aquaviário, considerando canal externo, canal interno, bacia de evolução e berços de atracação.

Para a estimativa do volume de sedimentos a serem dragados foram definidas seções de dragagem espaçadas 10 metros entre si, conforme apresentado no "Anexo II – Perfis das seções de dragagem", que segue anexo a este plano.

As estimativas do volume a ser dragado são apresentadas na Tabela 3. O volume até a cota de dragagem (-14 m DHN) é de **591.770 m<sup>3</sup>** (quinhentos e noventa e um, setecentos e setenta metros cúbicos), e o volume na tolerância vertical de dragagem (0,5 m) é de **456.406 m<sup>3</sup>** (quatrocentos e cinquenta e seis mil, quatrocentos e seis metros cúbicos), representando um **volume total de dragagem de 1.048.176 m<sup>3</sup>** (um milhão, quarenta e oito mil, cento e setenta e seis metros cúbicos). O maior volume de dragagem está localizado na área do canal externo, com aproximadamente 50% do volume total a ser dragado.

Tabela 3. Estimativas do volume a ser dragado para a manutenção das profundidades em -14m DHN.

Área	Cota Dragagem (DHN)	Taludes	Volume na Cota (m <sup>3</sup> )	Volume Tolerância (m <sup>3</sup> )	Volume Total (m <sup>3</sup> )	% do Total
Canal Externo	-14m	1:6	250.642	277.191	527.833	50%
Canal Interno	-14m	1:6	7.172	99.260	106.432	10%
Bacia de Evolução	-14m	1:6	70.329	34.541	104.870	10%
Berços de Atracação	-14m	1:6	263.627	45.414	309.041	29%
<b>TOTAL</b>			<b>591.770</b>	<b>456.406</b>	<b>1.048.176</b>	<b>100%</b>

## 6. CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS

A caracterização dos sedimentos a serem dragados foi realizada seguindo as orientações da Resolução CONAMA Nº 454/2012, e objetivou avaliar a sua qualidade ambiental, de acordo com os limites estabelecidos pela resolução. O número de amostras de sedimento a serem analisadas deve atender ao disposto na Tabela I do Anexo da Resolução CONAMA Nº 454/2012 (Tabela 4).

Tabela 4. Tabela I da Resolução CONAMA Nº 454/2012, que fornece orientação acerca do número de amostras a serem coletadas para a caracterização dos sedimentos a serem dragados.

<b>NÚMERO DE AMOSTRAS PONTUAIS PARA A CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTOS</b>	
<b>Volume a ser dragado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Número de Amostras</b>
Até 25.000	3
Entre 25.000 e 100.000	4 a 6
Entre 100.000 e 500.000	7 a 15
Entre 500.000 e 2.000.000	16 a 30
Acima de 2.000.000	10 extras por 1 milhão de m <sup>3</sup>

Conforme a exigência legal definida na Resolução CONAMA Nº 454/2012, o número de amostras para o volume total deste plano de dragagem (1.048.176 m<sup>3</sup>) é de 30 (trinta) amostras. Porém, com objetivo de caracterizar de forma detalhada os sedimentos a serem dragados no âmbito do Estudo de Impacto Ambiental – EIA para a dragagem de aprofundamento e readequação do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul, foram coletadas cento e setenta (170) amostras na mesma área pretendida para esta dragagem de manutenção, conforme localização apresentada na Figura 20, sendo as amostragens realizadas entre agosto e setembro de 2017 e em agosto de 2018.

Foram também consideradas amostras superficiais de sedimentos para a área de descarte dos sedimentos dragados do Complexo Portuário de São Francisco do Sul (bota-fora Alfa, Figura 21) coletadas nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2017, apresentadas no EIA da dragagem de aprofundamento, a fim de avaliar a qualidade ambiental dos sedimentos no local de descarte do material a ser dragado. De forma complementar, também são utilizadas as informações geradas em março de 2019 do Programa de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos, do PBA do Porto de São Francisco do Sul.

A distribuição das cento e setenta (170) amostras coletadas para a caracterização do material a ser dragado foi definida objetivando representar da melhor forma possível o volume a ser dragado no âmbito da dragagem de aprofundamento e readequação,

considerando a área horizontal e o perfil vertical da camada de sedimentos a ser removida, conforme localização apresentada na Tabela 5 e na Figura 20.

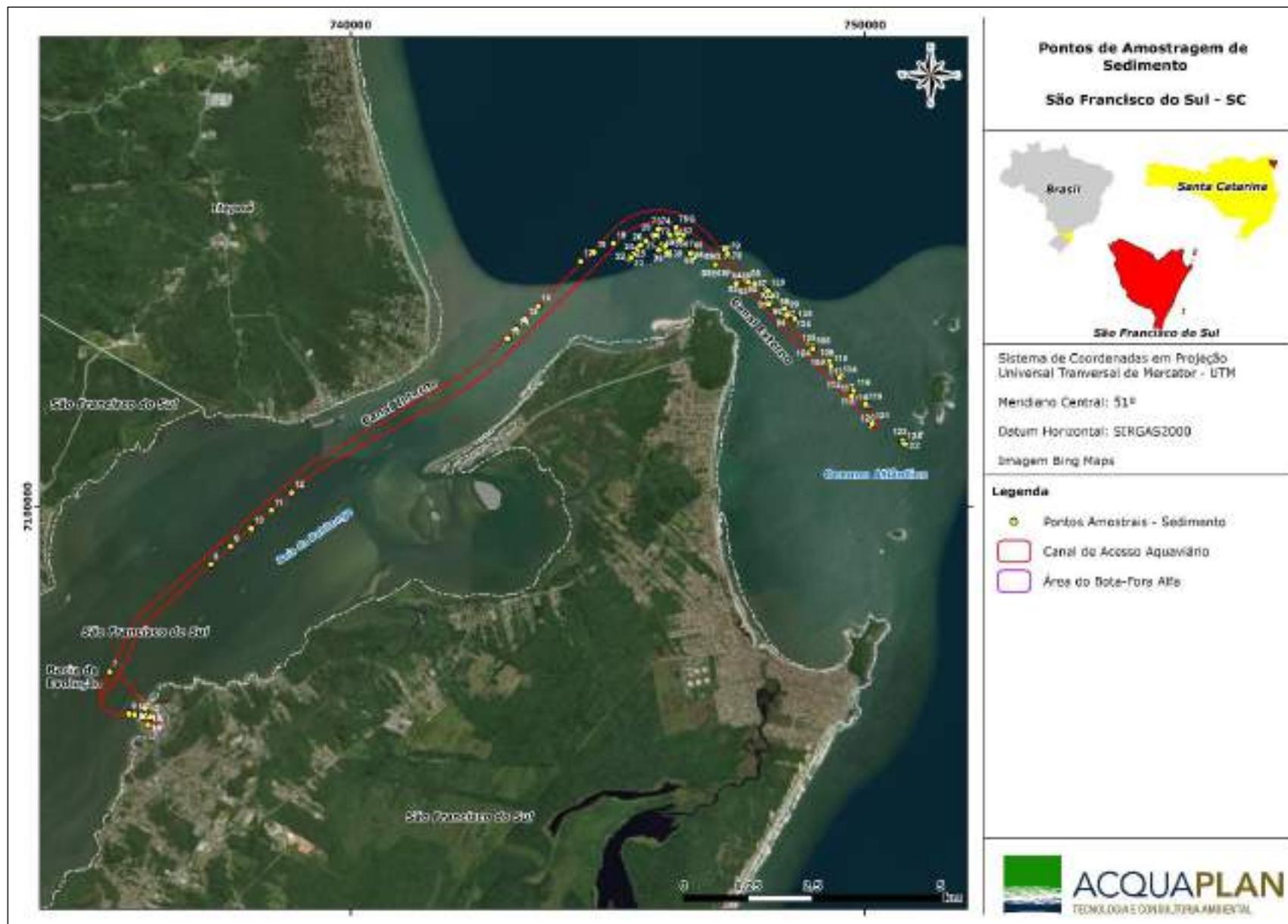


Figura 20. Distribuição espacial dos pontos utilizados na avaliação da qualidade ambiental dos sedimentos a serem dragados do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco de Sul.

Tabela 5. Identificação, localização em planta e vertical, data e método de amostragem das amostras consideradas para a caracterização ambiental dos sedimentos a serem dragados no âmbito da dragagem de aprofundamento e readequação do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul, conforme Resolução CONAMA Nº 454/2012.

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
1	1A	736061,00	7095802,00	23/08/17	Berço de Atracação	-12,20	-13,20	Trado Copo
2	1B	736061,00	7095802,00	23/08/17	Berço de Atracação	-13,20	-14,20	Trado Copo
3	2	736114,00	7095953,00	23/08/17	Berço de Atracação	-11,76	-12,76	Trado Copo
4	3A	735955,00	7095955,00	23/08/17	Berço de Atracação	-11,13	-12,13	Trado Copo
5	3B	735955,00	7095955,00	23/08/17	Berço de Atracação	-12,13	-13,13	Trado Copo
6	4A	735999,00	7096117,00	23/08/17	Berço de Atracação	-12,71	-13,71	Trado Copo
7	4B	735999,00	7096117,00	23/08/17	Berço de Atracação	-13,71	-14,71	Trado Copo
8	5A	735801,00	7095991,00	23/08/17	Berço de Atracação	-13,04	-14,04	Trado Copo
9	5B	735801,00	7095991,00	23/08/17	Berço de Atracação	-14,04	-15,04	Trado Copo
10	6	735687,00	7096009,00	24/08/17	Bacia de Evolução	-13,64	-14,64	Trado Copo
11	7	735312,00	7096823,00	24/08/17	Bacia de Evolução	-14,02	-15,02	Trado Copo
12	8	737279,00	7098889,00	24/08/17	Canal Interno	-13,87	-14,87	Trado Copo
13	9	737672,00	7099237,00	24/08/17	Canal Interno	-13,26	-14,26	Trado Copo
14	10	738065,00	7099586,00	24/08/17	Canal Interno	-13,35	-14,35	Trado Copo
15	11	738457,00	7099934,00	24/08/17	Canal Interno	-13,44	-14,44	Trado Copo
16	12	738850,00	7100283,00	24/08/17	Canal Interno	-13,63	-14,63	Trado Copo
17	13	743044,00	7103252,00	28/09/17	Canal Externo	-16,41	-17,41	Trado Copo
18	14	743213,00	7103436,00	28/09/17	Canal Externo	-15,17	-16,17	Trado Copo
19	15	743390,00	7103617,00	28/09/17	Canal Externo	-16,95	-17,95	Trado Copo
20	16	743643,00	7103879,00	28/09/17	Canal Externo	-16,39	-17,39	Trado Copo
21	17	744467,00	7104742,00	29/09/17	Canal Externo	-15,78	-16,78	Trado Copo
22	18	744729,00	7104915,00	29/09/17	Canal Externo	-15,17	-16,17	Trado Copo
23	19	745106,00	7105091,00	29/09/17	Canal Externo	-16,19	-17,19	Trado Copo
24	20	745429,01	7104845,17	02/08/18	Canal Externo	-12,22	-12,72	Van Veen
25	21	745502,31	7104877,23	02/08/18	Canal Externo	-11,06	-11,56	Van Veen
26	22	745410,59	7104770,51	02/08/18	Canal Externo	-12,01	-12,51	Van Veen
27	23	745448,50	7104818,01	02/08/18	Canal Externo	-11,59	-12,09	Van Veen

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
28	24	745570,50	7105000,64	02/08/18	Canal Externo	-11,40	-11,90	Van Veen
29	25	745634,92	7105056,69	02/08/18	Canal Externo	-11,14	-11,64	Van Veen
30	26	745740,29	7105144,67	02/08/18	Canal Externo	-11,55	-12,05	Van Veen
31	27	745903,06	7105243,20	03/08/18	Canal Externo	-8,91	-9,41	Van Veen
32	28	745913,12	7105216,52	03/08/18	Canal Externo	-8,13	-9,13	Trado Copo
33	29	745883,84	7105249,40	03/08/18	Canal Externo	-10,08	-11,08	Trado Copo
34	30	745925,45	7105243,51	03/08/18	Canal Externo	-8,31	-9,31	Trado Copo
35	31	746014,46	7105033,07	02/08/18	Canal Externo	-7,38	-7,88	Van Veen
36	32	746003,50	7105026,44	02/08/18	Canal Externo	-7,40	-7,90	Van Veen
37	33	746035,67	7105069,98	02/08/18	Canal Externo	-6,91	-7,41	Van Veen
38	34	746035,15	7104989,81	02/08/18	Canal Externo	-7,22	-7,72	Van Veen
39	35	745954,26	7105006,31	02/08/18	Canal Externo	-7,45	-7,95	Van Veen
40	36	745976,73	7104969,12	02/08/18	Canal Externo	-7,74	-8,24	Van Veen
41	37	745986,54	7104958,40	02/08/18	Canal Externo	-7,30	-7,80	Van Veen
42	38	746112,93	7105038,04	02/08/18	Canal Externo	-6,72	-7,22	Van Veen
43	39	746202,93	7104922,16	03/08/18	Canal Externo	-7,14	-8,14	Trado Copo
44	40	746222,98	7105223,38	03/08/18	Canal Externo	-5,75	-6,75	Trado Copo
45	41	746187,97	7105242,81	03/08/18	Canal Externo	-6,03	-7,03	Trado Copo
46	42	746232,13	7105247,51	03/08/18	Canal Externo	-5,94	-6,94	Trado Copo
47	43	746180,67	7105263,71	03/08/18	Canal Externo	-5,84	-6,84	Trado Copo
48	44	746223,40	7105274,95	03/08/18	Canal Externo	-5,86	-6,86	Trado Copo
49	45	746199,84	7105224,62	03/08/18	Canal Externo	-6,31	-7,31	Trado Copo
50	46	746204,81	7105280,54	03/08/18	Canal Externo	-5,76	-6,76	Trado Copo
51	47	746224,31	7105241,46	03/08/18	Canal Externo	-5,81	-6,81	Trado Copo
52	48	746316,51	7105222,62	02/08/18	Canal Externo	-6,16	-6,66	Van Veen
53	49	746346,78	7105262,51	02/08/18	Canal Externo	-6,03	-6,53	Van Veen
54	50	746367,26	7105155,33	02/08/18	Canal Externo	-6,60	-7,10	Van Veen
55	51	746400,25	7105207,18	02/08/18	Canal Externo	-6,28	-6,78	Van Veen
56	52	746420,09	7105128,10	02/08/18	Canal Externo	-6,37	-6,87	Van Veen

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
57	53	746439,84	7105175,76	02/08/18	Canal Externo	-6,46	-6,96	Van Veen
58	54	746465,48	7105235,50	02/08/18	Canal Externo	-5,40	-5,90	Van Veen
59	55	746366,24	7105242,37	02/08/18	Canal Externo	-5,94	-6,44	Van Veen
60	56	746352,77	7105138,80	02/08/18	Canal Externo	-6,17	-6,67	Van Veen
61	57	746405,85	7105168,46	02/08/18	Canal Externo	-6,74	-7,24	Van Veen
62	58A	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-4,12	-5,46	Vibracore
63	58B	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-5,46	-6,71	Vibracore
64	58C	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-6,71	-7,33	Vibracore
65	58D	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-7,33	-7,96	Vibracore
66	58E	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-7,96	-8,61	Vibracore
67	58F	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-8,61	-9,26	Vibracore
68	58G	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-9,26	-10,01	Vibracore
69	58H	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-10,01	-10,76	Vibracore
70	58I	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-10,76	-11,93	Vibracore
71	58J	746668,60	7104824,46	14/08/18	Canal Externo	-11,93	-13,37	Vibracore
72	59	746619,52	7104909,26	03/08/18	Canal Externo	-6,41	-6,91	Van Veen
73	60	746610,33	7104920,15	03/08/18	Canal Externo	-6,42	-7,42	Trado Copo
74	61	746595,87	7104907,32	03/08/18	Canal Externo	-6,57	-7,57	Trado Copo
75	62	746615,45	7104911,25	03/08/18	Canal Externo	-6,51	-7,51	Trado Copo
76	63	746643,06	7104920,93	03/08/18	Canal Externo	-6,48	-7,48	Trado Copo
77	64	746629,20	7104900,03	03/08/18	Canal Externo	-6,18	-7,18	Trado Copo
78	65	746589,25	7104923,94	03/08/18	Canal Externo	-6,59	-7,59	Trado Copo
79	66	746623,48	7104891,17	03/08/18	Canal Externo	-6,27	-7,27	Trado Copo
80	67	746627,66	7104923,59	03/08/18	Canal Externo	-6,26	-7,26	Trado Copo
81	68	746612,23	7104901,76	03/08/18	Canal Externo	-6,43	-7,43	Trado Copo
82	69A	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-6,29	-7,21	Vibracore
83	69B	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-7,21	-8,19	Vibracore
84	69C	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-8,19	-9,42	Vibracore
85	69D	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-9,42	-9,94	Vibracore

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
86	69E	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-9,94	-10,47	Vibracore
87	69F	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-10,47	-10,69	Vibracore
88	69G	747092,78	7104676,17	15/08/18	Canal Externo	-10,69	-10,91	Vibracore
89	70	745978,70	7105380,89	03/08/18	Canal Externo	-11,01	-11,51	Van Veen
90	71	745969,60	7105396,01	03/08/18	Canal Externo	-11,66	-12,66	Trado Copo
91	72	745969,18	7105379,47	03/08/18	Canal Externo	-10,90	-11,90	Trado Copo
92	73	745970,51	7105356,79	03/08/18	Canal Externo	-9,99	-10,99	Trado Copo
93	74	745983,01	7105366,71	03/08/18	Canal Externo	-10,14	-11,14	Trado Copo
94	75A	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-4,97	-5,66	Vibracore
95	75B	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-5,66	-6,53	Vibracore
96	75C	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-6,53	-7,40	Vibracore
97	75D	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-7,40	-8,28	Vibracore
98	75E	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-8,28	-9,32	Vibracore
99	75F	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-9,32	-9,93	Vibracore
100	75G	746320,60	7105402,10	16/08/18	Canal Externo	-9,93	-10,58	Vibracore
101	76	747276,69	7104974,18	02/08/18	Canal Externo	-10,57	-11,07	Van Veen
102	77	747304,23	7104835,83	02/08/18	Canal Externo	-13,96	-14,46	Van Veen
103	78	747357,31	7104847,57	02/08/18	Canal Externo	-11,60	-12,10	Van Veen
104	79	747328,86	7104885,61	02/08/18	Canal Externo	-11,35	-11,85	Van Veen
105	80	747496,68	7104339,43	03/08/18	Canal Externo	-9,29	-9,79	Van Veen
106	81	747481,10	7104332,90	03/08/18	Canal Externo	-8,87	-9,87	Trado Copo
107	82	747497,22	7104362,76	03/08/18	Canal Externo	-9,92	-10,92	Trado Copo
108	83	747525,09	7104331,02	03/08/18	Canal Externo	-9,80	-10,80	Trado Copo
109	84	747495,35	7104315,30	03/08/18	Canal Externo	-8,86	-9,86	Trado Copo
110	85	747686,65	7104368,7	02/08/18	Canal Externo	-14,60	-15,10	Van Veen
111	86	747832,81	7104313,44	02/08/18	Canal Externo	-12,20	-12,70	Van Veen
112	87	747853,5	7104313,97	02/08/18	Canal Externo	-11,35	-11,85	Van Veen
113	88	747726,49	7104351,31	02/08/18	Canal Externo	-13,90	-14,40	Van Veen
114	89	748101,6	7104026,56	02/08/18	Canal Externo	-10,83	-11,33	Van Veen

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
115	90	748159,42	7104033,95	02/08/18	Canal Externo	-9,12	-9,62	Van Veen
116	91	748166,25	7103955,12	02/08/18	Canal Externo	-9,99	-10,49	Van Veen
117	92	748111,91	7103938,05	02/08/18	Canal Externo	-13,98	-14,48	Van Veen
118	93	748127,44	7103922,05	02/08/18	Canal Externo	-14,00	-14,50	Van Veen
119	94	748374,03	7103713,18	02/08/18	Canal Externo	-10,18	-10,68	Van Veen
120	95	748355,32	7103763,61	02/08/18	Canal Externo	-8,06	-8,56	Van Veen
121	96	748456,26	7103806,51	02/08/18	Canal Externo	-6,04	-6,54	Van Veen
122	97	748406,57	7103743,5	02/08/18	Canal Externo	-6,81	-7,31	Van Veen
123	98	748400,23	7103804,92	02/08/18	Canal Externo	-5,65	-6,15	Van Veen
124	99	748472,81	7103758,62	02/08/18	Canal Externo	-6,49	-6,99	Van Veen
125	100	748442,78	7103769,72	02/08/18	Canal Externo	-6,46	-6,96	Van Veen
126	101	748432,00	7103725,00	02/08/18	Canal Externo	-6,71	-7,21	Van Veen
127	102	748470,08	7103701,91	02/08/18	Canal Externo	-7,27	-7,77	Van Veen
128	103	748898,82	7103154,23	02/08/18	Canal Externo	-10,36	-10,86	Van Veen
129	104	748945,96	7103126,17	02/08/18	Canal Externo	-9,90	-10,40	Van Veen
130	105	748994,62	7103107,87	02/08/18	Canal Externo	-9,76	-10,26	Van Veen
131	106	748990,43	7103054,37	02/08/18	Canal Externo	-10,30	-10,80	Van Veen
132	107	749236,62	7102791,73	02/08/18	Canal Externo	-11,18	-11,68	Van Veen
133	108	749290,4	7102770,74	02/08/18	Canal Externo	-11,06	-11,56	Van Veen
134	109	749311,26	7102823,92	02/08/18	Canal Externo	-10,89	-11,39	Van Veen
135	110	749335,74	7102718,88	02/08/18	Canal Externo	-11,46	-11,96	Van Veen
136	111	749561,34	7102478,24	02/08/18	Canal Externo	-11,67	-12,17	Van Veen
137	112	749557,58	7102525,43	02/08/18	Canal Externo	-11,56	-12,06	Van Veen
138	113	749500,07	7102456,14	02/08/18	Canal Externo	-13,30	-13,80	Van Veen
139	114	749504,72	7102498,55	02/08/18	Canal Externo	-11,66	-12,16	Van Veen
140	115	749767,3	7102196,23	02/08/18	Canal Externo	-13,45	-13,95	Van Veen
141	116	749777,08	7102245,74	02/08/18	Canal Externo	-12,49	-12,99	Van Veen
142	117	749737,64	7102140,77	02/08/18	Canal Externo	-14,20	-14,70	Van Veen
143	118	750053,91	7101956,62	02/08/18	Canal Externo	-13,85	-14,35	Van Veen

Nº	Amostra	x	y	Data Amostragem	Local	Prof, Topo Amostra (DHN)	Prof, Base Amostra (DHN)	Método
144	119	750010,55	7101976,81	02/08/18	Canal Externo	-13,60	-14,10	Van Veen
145	120	750113,93	7101559,72	02/08/18	Canal Externo	-14,18	-14,68	Van Veen
146	121	750137,17	7101606,2	02/08/18	Canal Externo	-14,23	-14,73	Van Veen
147	122	750714,35	7101248,27	02/08/18	Canal Externo	-17,87	-18,37	Van Veen
148	123	750726,46	7101294,41	02/08/18	Canal Externo	-17,42	-17,92	Van Veen
149	124	750754,47	7101219,59	02/08/18	Canal Externo	-17,94	-18,44	Van Veen
150	125	748098,76	7104192,15	03/08/18	Canal Externo	-8,45	-8,95	Van Veen
151	126	748062,94	7104183,04	03/08/18	Canal Externo	-8,98	-9,98	Trado Copo
152	127	748077,80	7104160,97	03/08/18	Canal Externo	-8,70	-9,70	Trado Copo
153	128	748070,66	7104208,39	03/08/18	Canal Externo	-8,45	-9,45	Trado Copo
154	129	748111,48	7104180,05	03/08/18	Canal Externo	-8,20	-9,20	Trado Copo
155	130A	748431,67	7103832,72	17/08/18	Canal Externo	-5,38	-6,04	Vibracore
156	130B	748431,67	7103832,72	17/08/18	Canal Externo	-6,04	-7,04	Vibracore
157	130C	748431,67	7103832,72	17/08/18	Canal Externo	-7,04	-8,04	Vibracore
158	130D	748431,67	7103832,72	17/08/18	Canal Externo	-8,04	-9,04	Vibracore
159	130E	748431,67	7103832,72	17/08/18	Canal Externo	-9,04	-10,04	Vibracore
160	131	748614,54	7103666,09	03/08/18	Canal Externo	-8,65	-9,15	Van Veen
161	132	748596,33	7103694,42	03/08/18	Canal Externo	-8,71	-9,71	Trado Copo
162	133	748633,78	7103683,27	03/08/18	Canal Externo	-8,35	-9,35	Trado Copo
163	134	748601,79	7103667,77	03/08/18	Canal Externo	-8,65	-9,65	Trado Copo
164	135	748633,68	7103628,72	03/08/18	Canal Externo	-8,69	-9,69	Trado Copo
165	136A	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-7,10	-7,80	Vibracore
166	136B	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-7,80	-8,87	Vibracore
167	136C	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-8,87	-9,97	Vibracore
168	136D	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-9,97	-10,58	Vibracore
169	136E	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-10,58	-11,20	Vibracore
170	136F	746149,79	7104910,50	17/08/18	Canal Externo	-11,20	-11,60	Vibracore

A localização das amostras de sedimentos coletadas na área do bota-fora Alfa nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro de 2017 e março de 2019, está descrita na Tabela 6 e apresentada na Figura 21.

Tabela 6. Pontos utilizados na avaliação da qualidade dos sedimentos localizados nas áreas do bota-fora Alfa.

Região	Porto de São Francisco do Sul - PSFS		
	Ponto	Leste	Norte
Bota-Fora	18	756324	7108486
	19	755679	7107891
	20	756973	7107891
	21	756324	7107145
	22	755242	7108486
	23	755242	7107145
	24	757394	7108486
	25	757394	7107145
	Cont. Descarte (CD)	758257	7107900

Além disso, com objetivo de representar o perfil vertical da camada de sedimentos, dentre as 170 (cento e setenta) amostras coletadas, foram realizados cinco (5) testemunhos sedimentares por meio da técnica de *Vibracore*, com tamanho de testemunho variando entre 4,50 m e 9,25 m, conforme diagrama esquemático apresentado nas figuras abaixo, onde é representado o perfil vertical de todas as amostras coletadas para a avaliação da qualidade dos sedimentos.

Ainda, é importante destacar que, a tridimensionalidade das amostras apresentadas extrapola a máscara de dragagem deste plano de dragagem de manutenção, possibilitando uma caracterização detalhada e ainda mais completa do que aquela exigida pela Resolução CONAMA 454/2012, uma vez que contém 170 (cento e setenta) amostras, valor muito superior às 30 (trinta) amostras exigidas pela legislação.

A metodologia detalhada da amostragem de sedimentos, incluindo os métodos de coleta, as profundidades, e o número de amostras em superfície e subsuperfície é apresentada na sequência do documento.

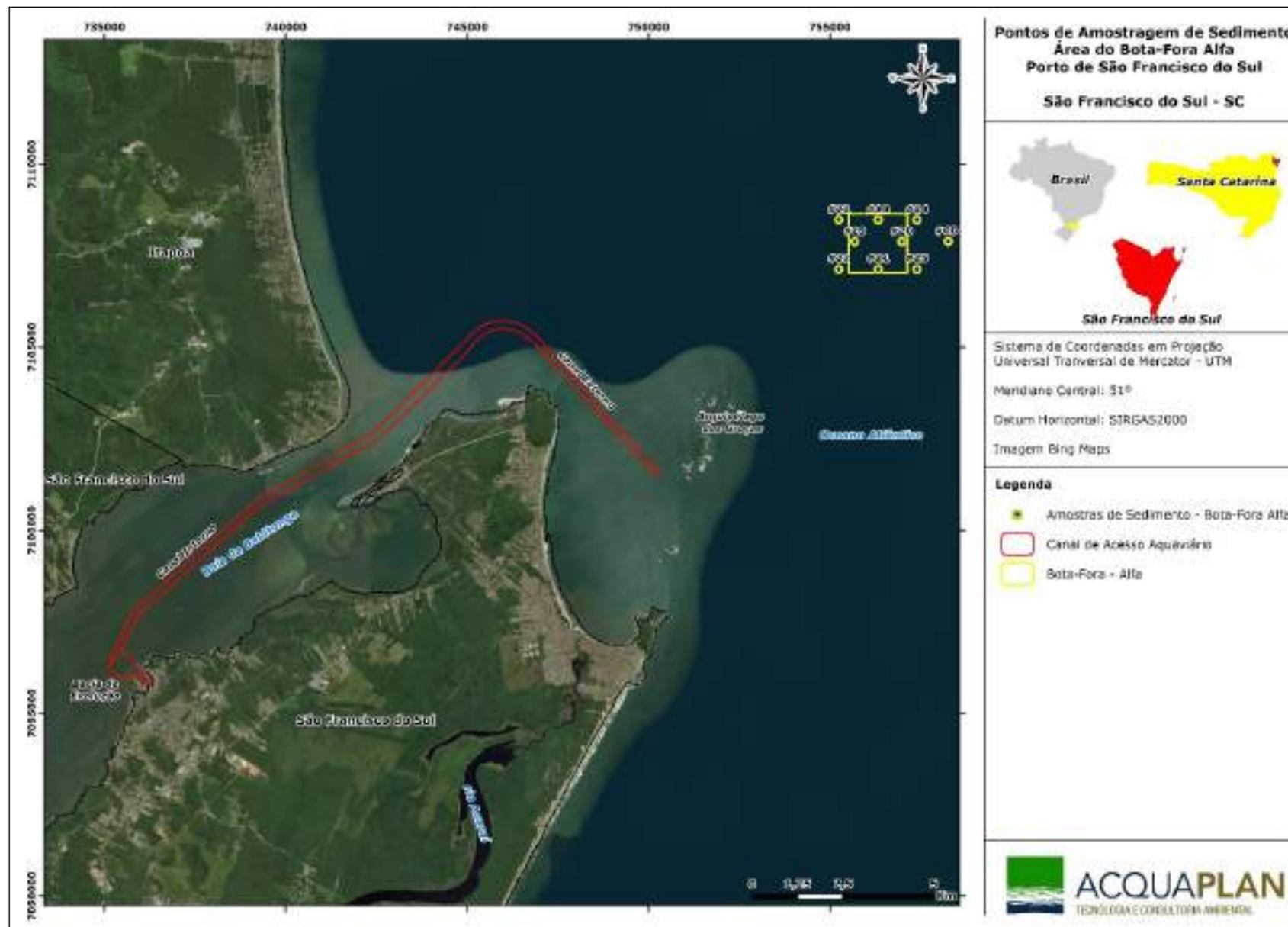


Figura 21. Distribuição espacial dos pontos do bota-fora Alfa a serem utilizados para descarte do material a ser dragado do sistema aquaviário do Porto de São Francisco de Sul.

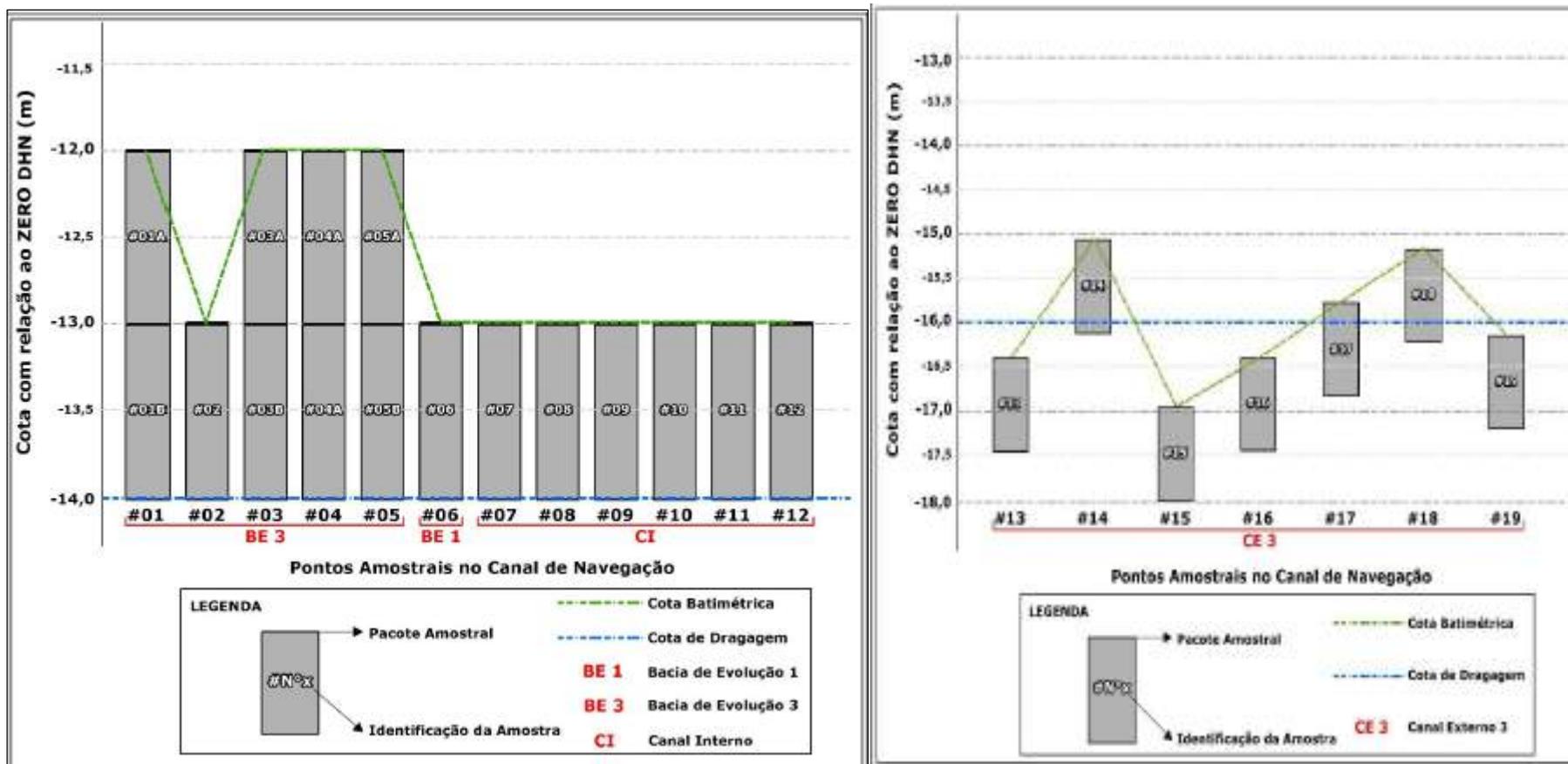


Figura 22. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #01 a #19, localizados na área da bacia de evolução, no canal interno e canal externo.

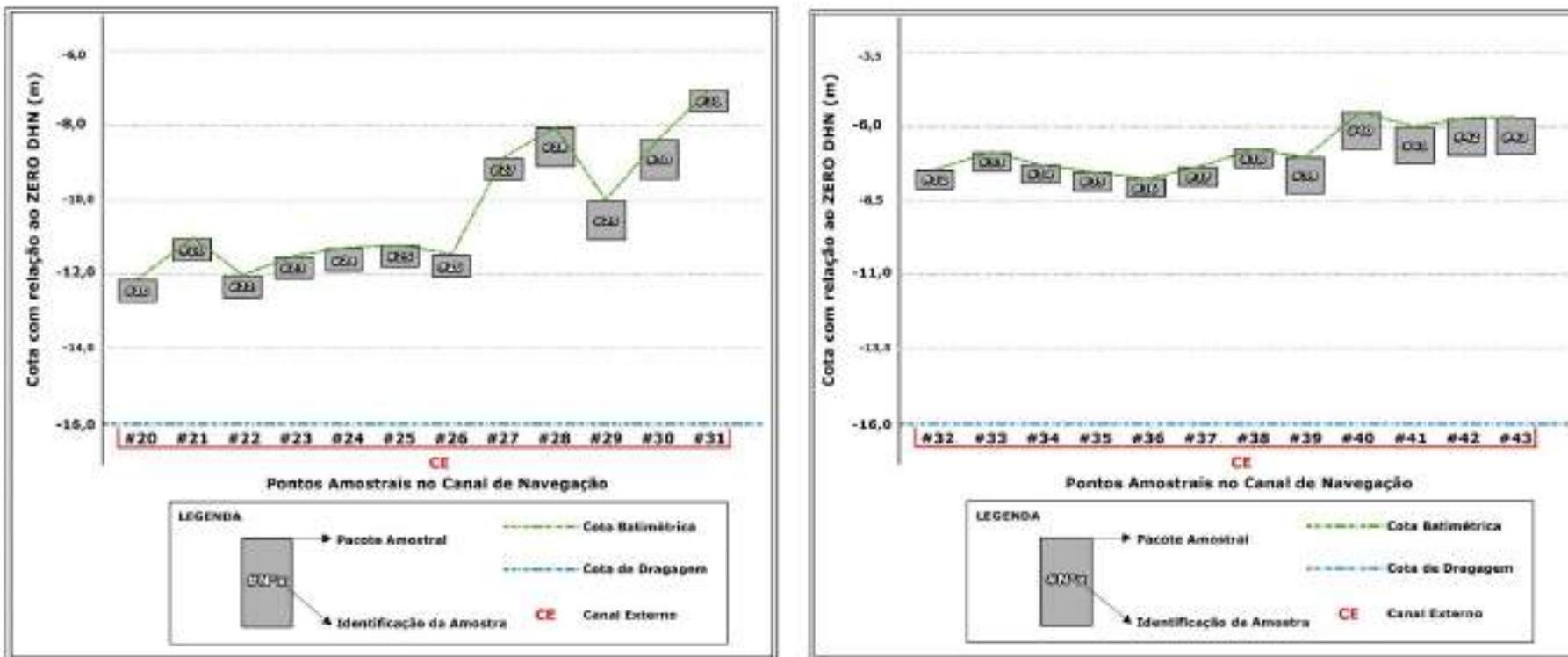


Figura 23. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #20 a #43, localizados na área do canal externo.

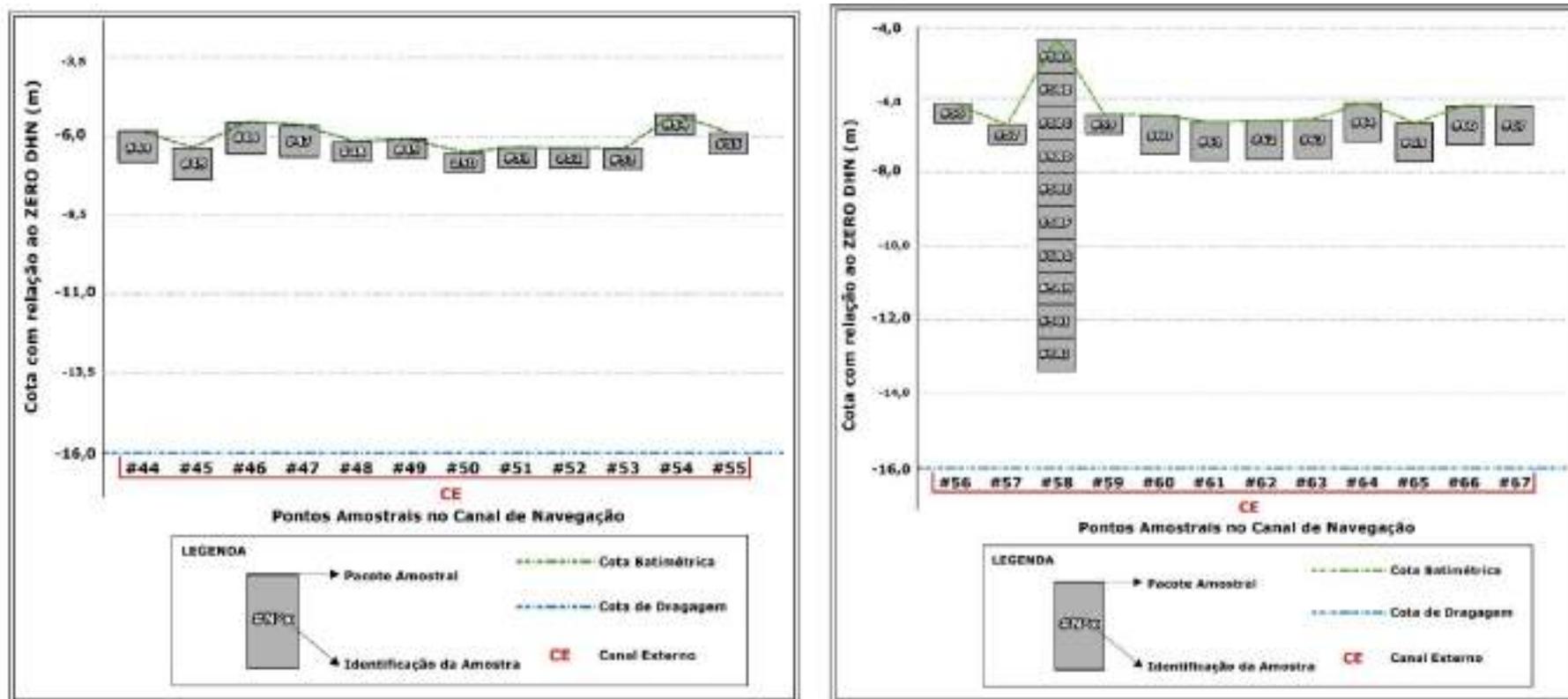


Figura 24. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #44 a #67, localizados na área do canal externo.

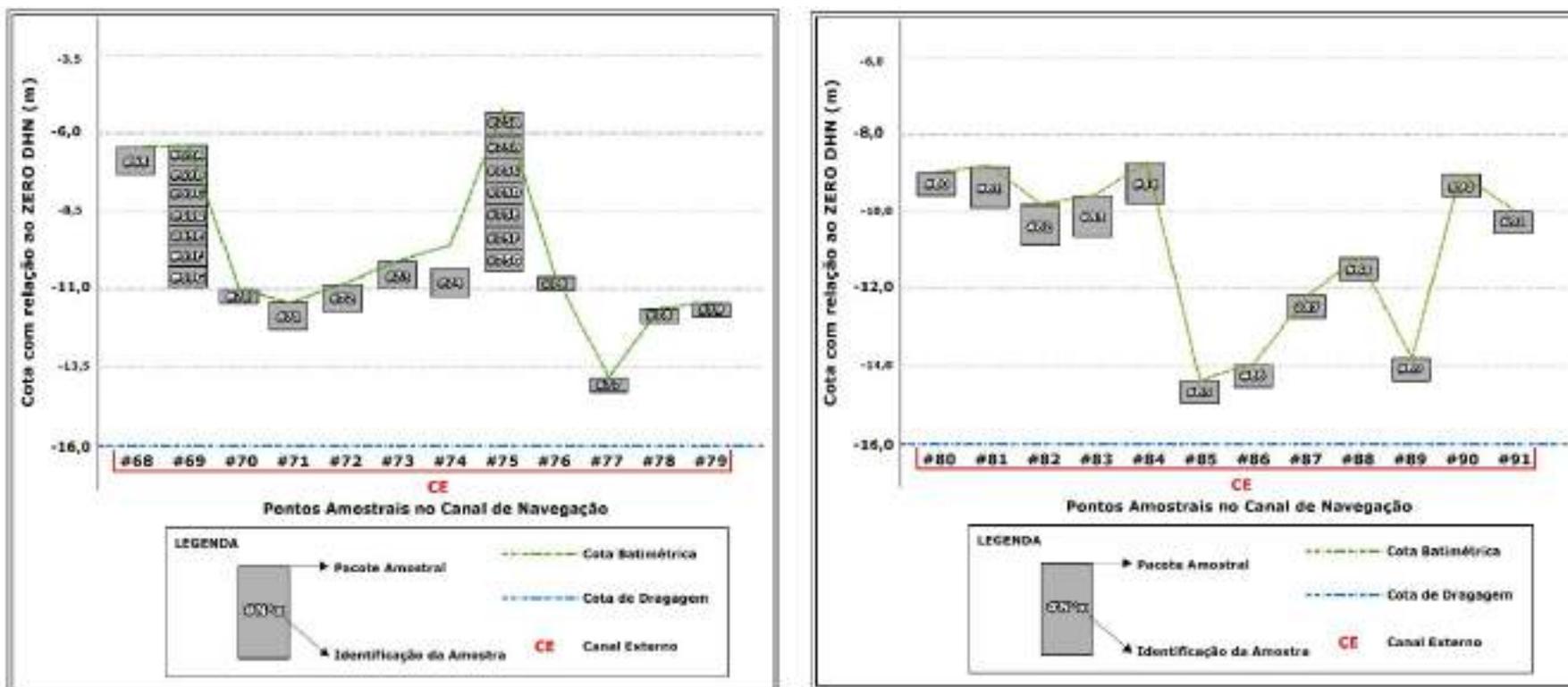


Figura 25. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #68 a #91, localizados na área do canal externo.

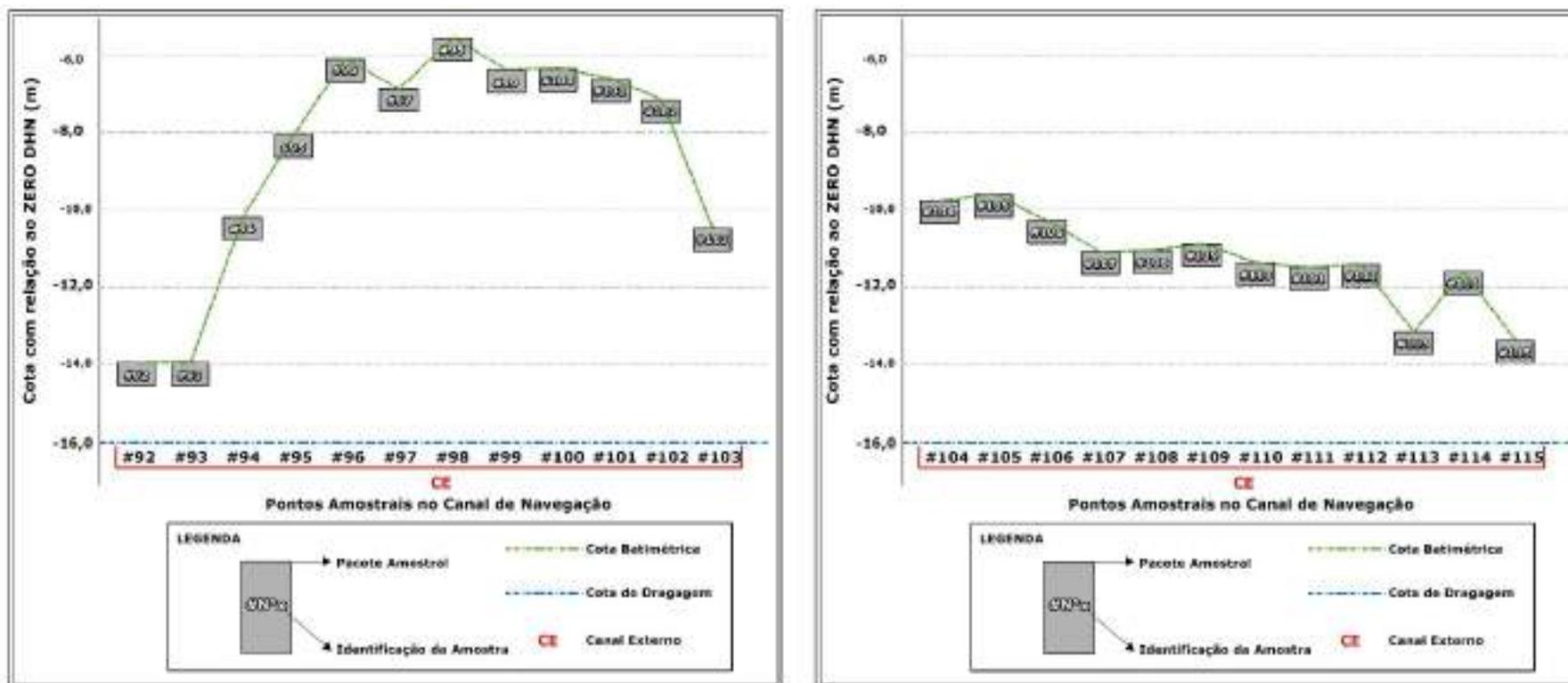


Figura 26. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #92 a #115, localizados na área do canal externo.

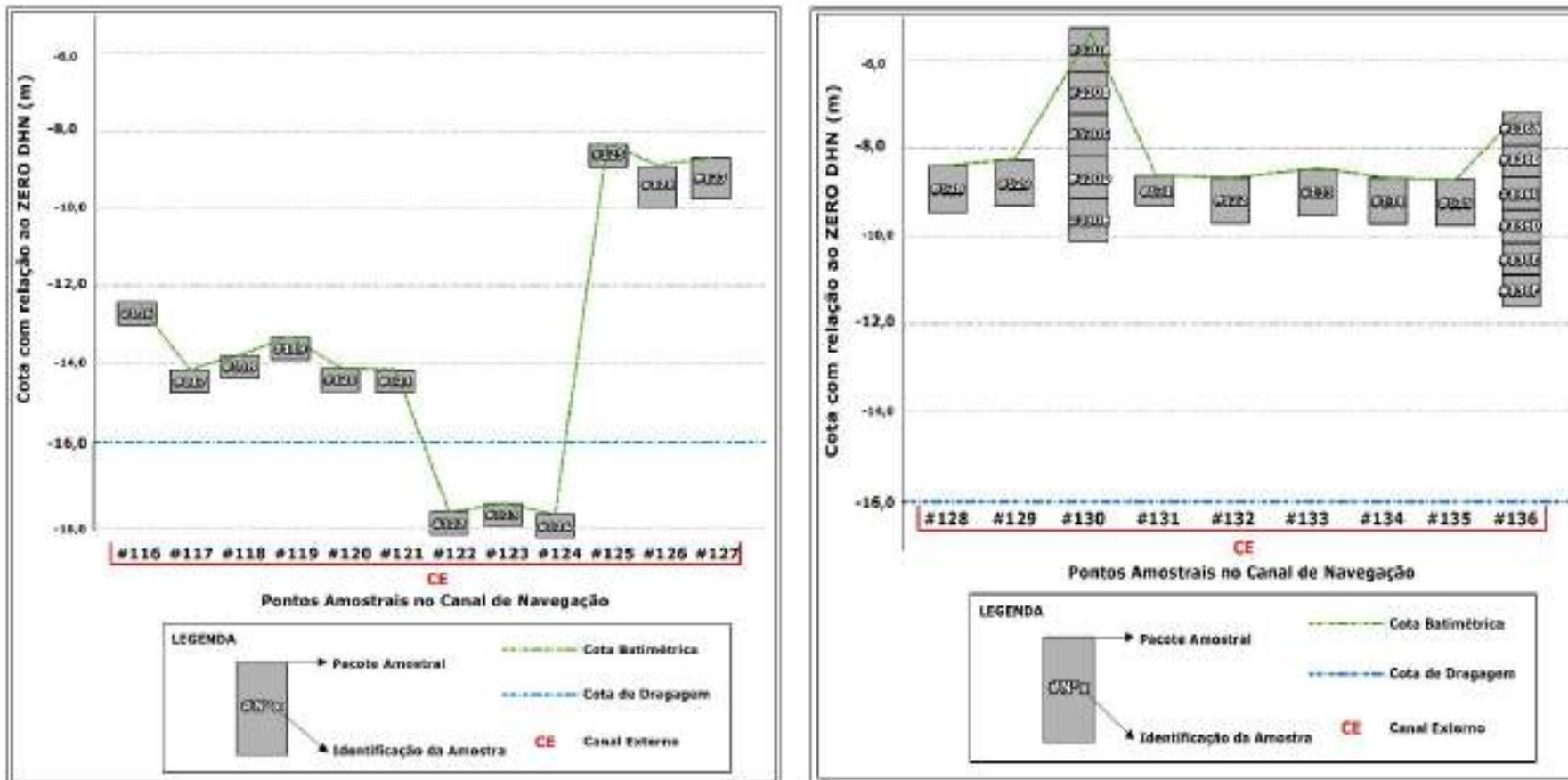


Figura 27. Representação esquemática do perfil vertical nos pontos amostrais #116 a #136, localizados na área do canal externo.

### 6.1.1. Metodologia de Coleta dos Sedimentos a Serem Dragados

Os sedimentos a serem dragados foram coletados por meio de amostradores do tipo *van Veen* (75 amostras), Trado Copo (60 amostras), e *Vibracore* (35 amostras), sempre utilizando uma embarcação de apoio para a realização dos serviços de amostragem (Figura 28). As amostragens por Trado Caneco e *Vibracore* ainda contaram com o apoio de uma equipe de mergulhadores especializados nas respectivas técnicas de amostragem.

As amostras coletadas por meio dos amostradores *van Veen* e Trado Caneco foram acondicionadas em frascos identificados ainda em campo, para posterior envio ao laboratório (Figura 31). Para as amostras coletadas pela técnica de *Vibracore*, os testemunhos amostrados (Figura 39) foram congelados em *freezer* logo após a coleta, até a posterior abertura dos testemunhos em bancada (Figura 40), retirada das amostras e envio ao laboratório responsável pelas análises.

O posicionamento de todas as amostragens foi realizado por meio de Sistema de Posicionamento Global a Nível Diferencial (DGPS), referenciadas ao *datum* horizontal SiRGAS-2000, sendo que o ponto de amostragem em ambiente subaquático foi delimitado por boia de arinque na superfície (Figura 29), a fim assegurar o posicionamento nos pontos predefinidos.



Figura 28. Embarcação utilizada para a realização das sondagens diretas.



Figura 29. Posicionamento da embarcação para realização das sondagens diretas.

O busca-fundo do tipo *van Veen* utilizado consiste de um amostrador confeccionado em aço inoxidável com volume de 1,4 L (Figura 30).



Figura 30. Amostrador tipo *van Veen* utilizado para a coleta de amostras de sedimento e acondicionamento do sedimento em frascos plásticos devidamente identificados.



Figura 31. Acondicionamento das amostras coletadas com *van Veen* e Trado Caneco e armazenamento em caixa térmica.

O Trado Caneco consiste de um amostrador construído em aço inoxidável, com volume de 0,01 m<sup>3</sup>. Este equipamento foi projetado para ultrapassar os primeiros 1,5 m do leito e amostrar o material presente neste extrato da camada sedimentar (Figura 32). O trado foi operado por um mergulhador profissional (Figura 34), que o introduziu no pacote sedimentar através de movimentos rotacionais até atingir a profundidade desejada (Figura 33A). Ao atingir a profundidade desejada, o equipamento foi extraído do pacote sedimentar, sendo recolhido até a embarcação (Figura 33B), onde a amostra foi devidamente acondicionada (Figura 33C).



Figura 32. Ilustração da operação técnica da coleta com *Trado Caneco* operado por mergulhador profissional na amostragem dos sedimentos em subsuperfície.

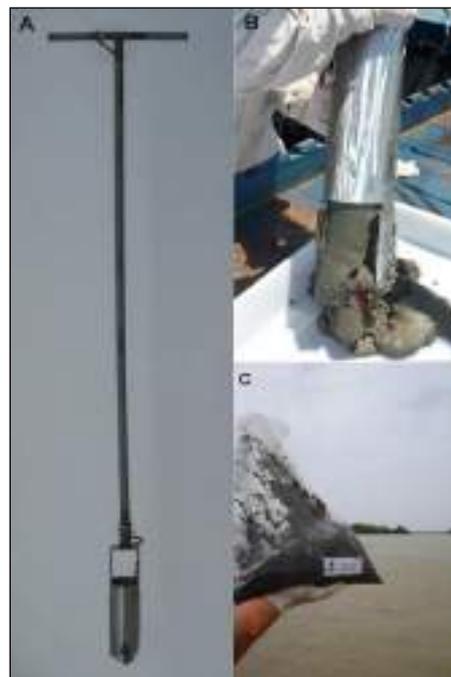


Figura 33. Amostrador do tipo *Trado Caneco*: (A) sedimento coletado sendo extraído do amostrador; (B) amostra sendo acondicionada em embalagem plástica (C).



Figura 34. Mergulhador munido do amostrador do tipo *Trado Caneco* na região do sistema aquaviário.

A sondagem *Vibra Core* consiste da penetração no leito marinho de tubos de alumínio conduzidos por meio de mergulhadores e sistema de vibração instalado a bordo de uma embarcação (Figura 28), conforme apresentado, na Figura 35, na Figura 36, na Figura 37 e na Figura 38. Após a perfuração do leito marinho, os tubos são recuperados por meio de um sistema de guincho.

Esta técnica amostra de forma integral o pacote sedimentar penetrado em um testemunho (Figura 39), sem deformação da amostra, permitindo assim a descrição da sucessão vertical das fácies sedimentológicas. Após a coleta, os testemunhos foram abertos em bancada (Figura 40) para a retirada das amostras e descrição da sequência de fácies sedimentológicas (Figura 41).



Figura 35. Ajustes no sistema de *Vibracore* previamente ao início das operações.



Figura 36. Conjunto de equipamentos que compõem o sistema *Vibracore* a bordo da embarcação.

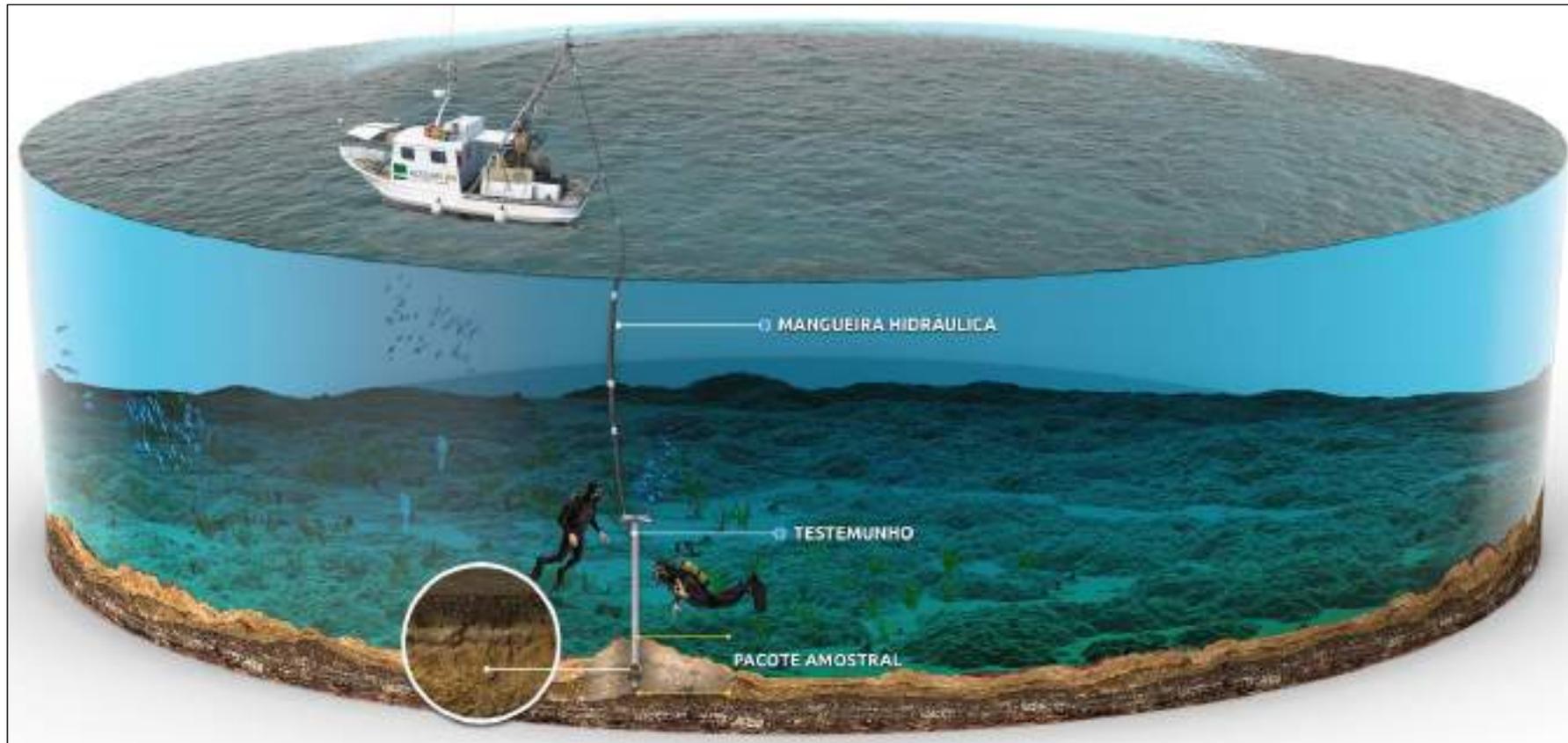


Figura 37. Ilustração esquemática do procedimento de amostragem de testemunho sedimentar por meio da técnica de *Vibrocore*.



Figura 38. Procedimento de descida e içamento do tubo de alumínio pelo guincho no sistema de Vibracore.

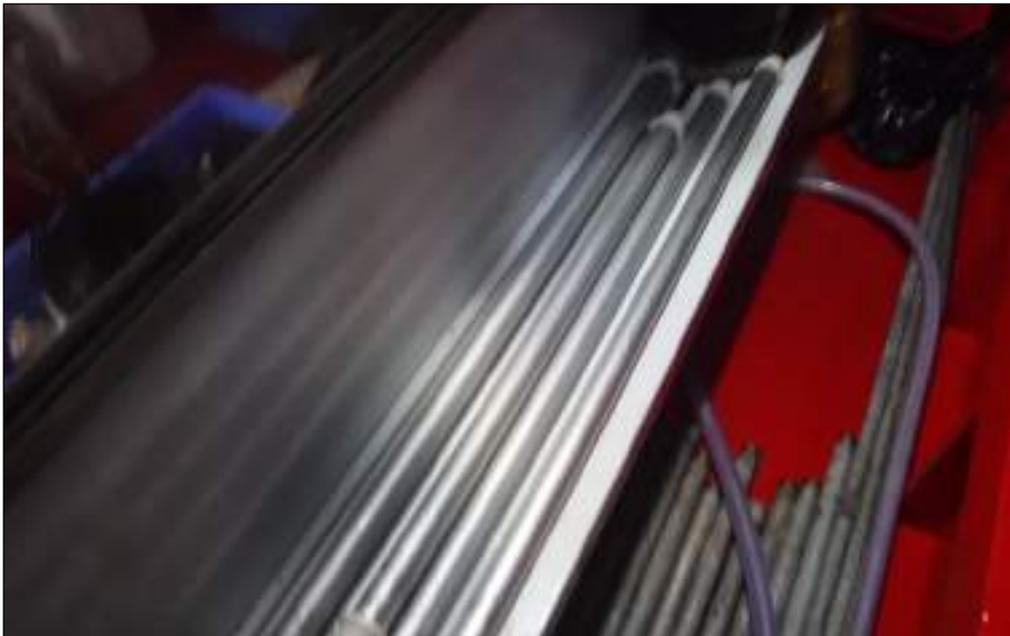


Figura 39. Testemunhos acondicionados a bordo da embarcação.



Figura 40. Procedimento de abertura dos testemunhos de sedimento em bancada.



Figura 41. Testemunhos abertos para retirada das amostras e registro da seqüência vertical de fácies.



Figura 42. Procedimento de registro das fácies sedimentares e retirada das amostras para envio ao laboratório de análises.

## 6.1.2. Resultados

### 6.1.2.1. Material a Ser Dragado

#### 6.1.2.1.1. Granulometria

Em relação às amostras coletadas para a avaliação dos sedimentos a serem dragados, os resultados obtidos pelas análises granulométricas indicam um predomínio de sedimentos lamosos (silte + argila) nos pontos do berço de atracação e na bacia de evolução do sistema aquaviário, localizados mais próximos das instalações portuárias, enquanto que nos pontos do canal externo verifica-se um domínio de sedimentos arenosos.

De forma geral, os pontos localizados na área do berço de atracação apresentaram percentuais de silte e argila acima de 80%. Já nas áreas do canal externo, as contribuições de sedimentos arenosos variaram, na maioria dos pontos amostrados, entre areias médias e finas, com contribuições próximas a 79% entre estas frações.

Importante destacar que a localização horizontal e vertical de cada uma das amostras caracterizadas em detalhe na sequência do texto é apresentada na Tabela 5 e na Figura 20, as quais devem seguir de orientação para a empresa que irá realizar as obras de dragagem de manutenção.

Na Tabela 7 é apresentada a descrição granulométrica detalhada dos testemunhos sedimentares coletados para a caracterização dos sedimentos a serem dragados. Esta técnica amostra de forma integral o pacote sedimentar, permitindo assim a descrição da sucessão vertical das fácies sedimentológicas.

Os resultados destes testemunhos estão inseridos nos resultados das amostras descritas. Ressalta-se que nestas amostras e suas frações (#58, #69, #75, #130 e #136) foi observada a predominância de sedimentos arenosos (areias médias a finas) em todas as colunas analisadas. Nas amostras #58 e #130 foi observada a presença de matéria orgânica, em percentuais abaixo de 1%, em mais de uma camada analisada.

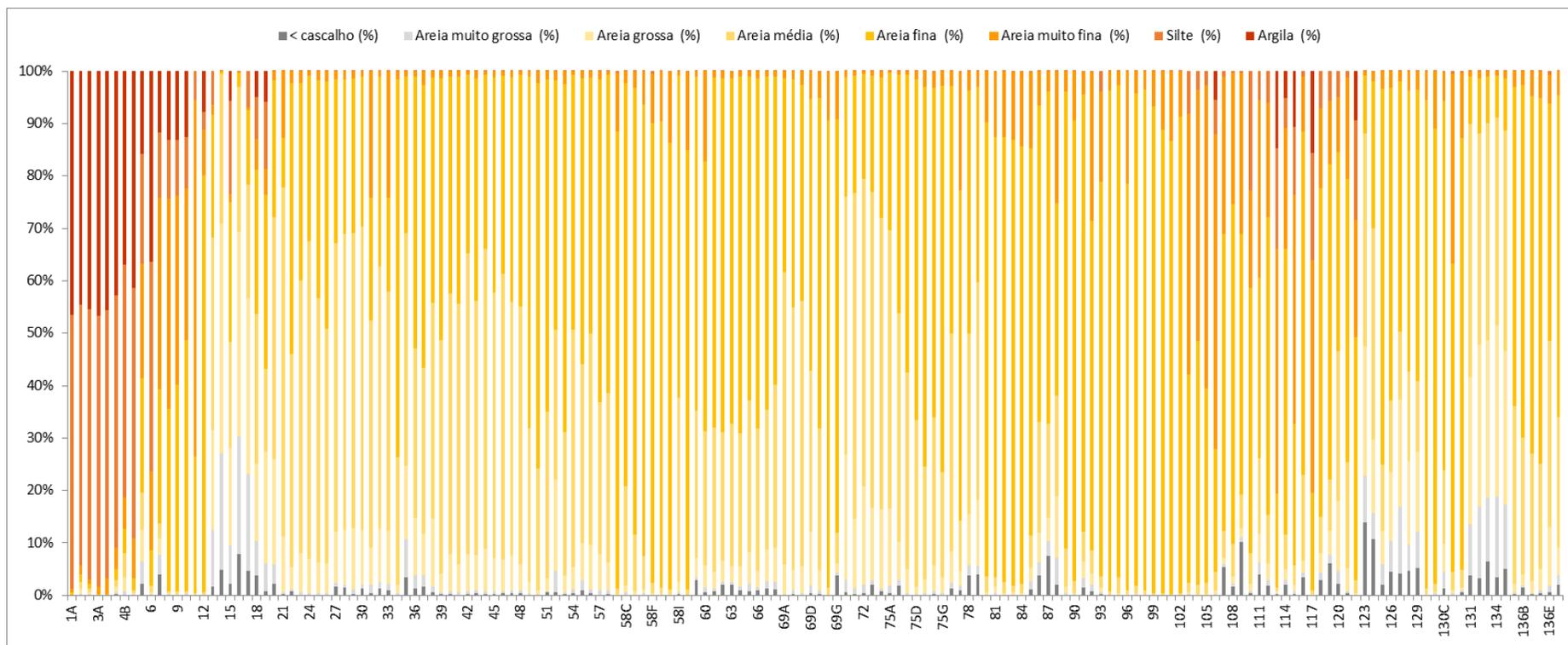


Figura 43. Distribuição das classes granulométricas nas amostras de sedimento coletadas na área de influência do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco de Sul.

Tabela 7. Descrição dos testemunhos sedimentares coletados para a caracterização dos sedimentos a serem dragados.

Ponto	Penetração no Leito (m)	Profundidade de Superfície Leito (m)	Cota DHN Atingida (m)	Data de Amostragem	Método	Descrição
VB_58	9,25	4,12	13,37	14/08/18	Vibracore	Não foi verificada a existência de rochas até a cota DHN atingida.  <b>Composição do Testemunho:</b> Até 2,59 m: areia média sem estratificação e sem odor; De 2,60 m a 3,84 m: areia média e areia fina sem estratificação e sem odor; De 3,85 m a 5,14 m: areia fina, presença de matéria orgânica e poucas conchas, odor moderado; De 5,15 m a 5,89 m: areia fina, presença de matéria orgânica, odor moderado; De 5,90 m a 9,25 m: areia fina, presença de matéria orgânica e poucas conchas, forte odor.
VB_69	4,22	6,29	10,51	15/08/18	Vibracore	Não foi verificada a existência de rochas até a cota DHN atingida.  <b>Composição do Testemunho:</b> Até 3,65 m: areia grossa, sem odor; De 3,66 m a 4,18 m: areia fina, pouca presença de matéria orgânica, odor fraco; De 4,19 m a 4,62 m: areia fina, pouca presença de matéria orgânica, poucas conchas e odor fraco.
VB_75	5,61	4,97	10,58	16/08/18	Vibracore	Não foi verificada a existência de rochas até a cota DHN atingida.  <b>Composição do Testemunho:</b> Até 0,69 m: areia média, sem estratificação e sem odor; De 0,7 m a 1,56 m: areia média, sem estratificação, sem odor e poucas conchas; De 1,57 m a 4,96 m: areia média, sem estratificação, sem odor e poucas conchas; De 4,97 m a 5,61 m: areia média, sem estratificação, sem odor e poucas conchas;
VB_130	4,66	5,38	10,04	17/08/18	Vibracore	Não foi verificada a existência de rochas até a cota DHN atingida.  <b>Composição do Testemunho:</b> Até 0,66 m: areia fina com forte odor; De 0,67 m a 1,66 m: areia fina sem odor;

Ponto	Penetração no Leito (m)	Profundidade de Superfície Leito (m)	Cota DHN Atingida (m)	Data de Amostragem	Método	Descrição
						De 1,67 m a 2,66 m: camada estratificada com areia média e areia fina, presença de matéria orgânica e conchas; De 2,67 m a 4,66 m: areia fina com presença de matéria orgânica; Não foi verificada a existência de rochas até a cota DHN atingida.
<b>VB_136</b>	4,50	7,10	11,60	17/08/18	Vibracore	<b>Composição do Testemunho:</b> Até 1,77 m: areia grossa, sem estratificação de camadas e sem odor; De 1,78 m a 4,5 m: areia grossa, sem estratificação, sem odor, presença de poucas conchas.

#### 6.1.2.1.2. Matéria Orgânica, Carbonatos e Parâmetros Químicos

Com relação aos teores de matéria orgânica nos sedimentos, estes acompanharam as características granulométricas de cada amostra, com maiores valores de MO nos pontos onde os sedimentos lamosos foram predominantes. Esta relação entre sedimentos finos e matéria orgânica pode ser verificada na Figura 45, onde se observa uma forte relação entre os teores de lama (silte + argila) e as concentrações de matéria orgânica verificadas nas amostras, indicando que 98% da concentração de MO nos sedimentos pode ser explicada pelos percentuais de sedimentos lamosos ( $r=0,98$ ). Destaca-se que no canal externo foram observados maiores percentuais de matéria orgânica nos pontos amostrais que apresentaram incremento de sedimentos mais finos. Além disso, é importante observar que a concentração média de matéria orgânica na área do canal externo é de 0,582%, sendo que o maior valor é de 5,82%, observado para a amostra #113.

Para os teores de carbonatos, não foi verificada uma relação linear forte com os teores de sedimentos finos, sendo observada em geral a ocorrência de maiores concentrações de carbonatos em amostras com maiores percentuais de sedimentos entre areia média e cascalho (Figura 45).

Os maiores teores de carbonatos verificados podem estar relacionados com a batimetria local, uma vez que, de acordo com Vieira *et al.* (2008), os maiores teores de carbonatos na baía de Babitonga estão relacionados a areias bem selecionadas do canal central e que possuem relação com áreas de maior profundidade. Cabe ressaltar, no entanto, que de acordo com o estudo citado acima, os sedimentos da baía de Babitonga alcançariam concentrações de carbonatos superiores a 30%, nível superior aos verificados nos resultados apresentados no presente estudo.

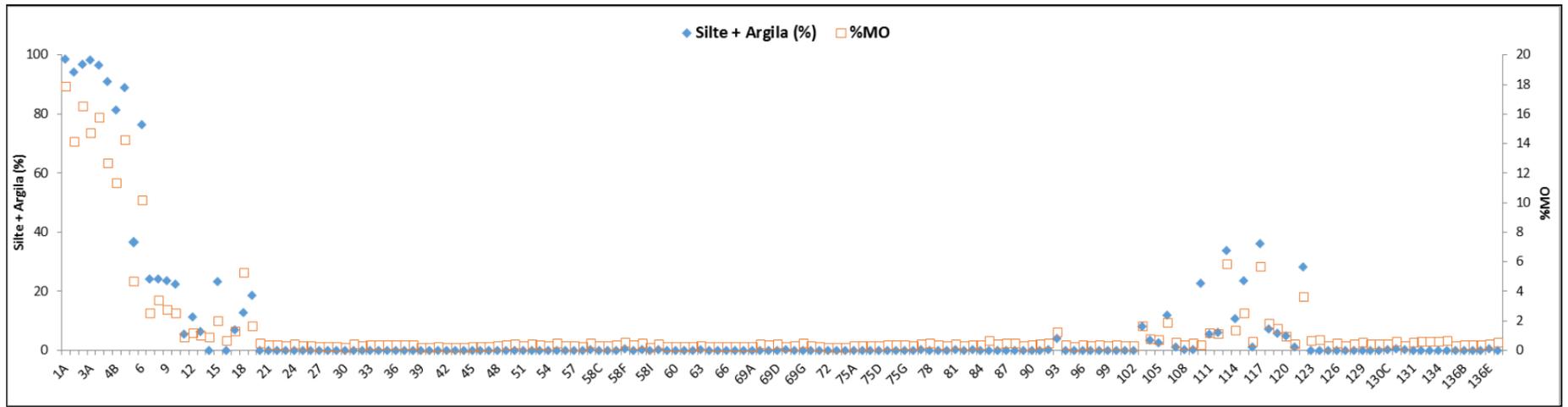


Figura 44. Relação entre sedimentos finos – silte e argila (%) e matéria orgânica nas amostras de sedimento coletadas na área de influência do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco de Sul.

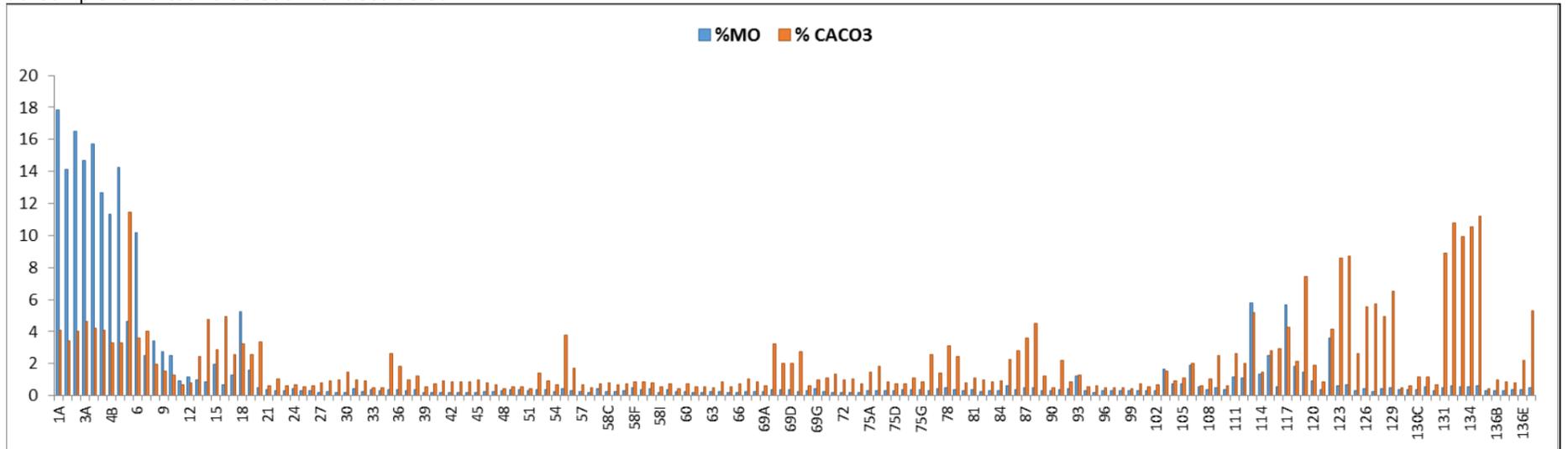


Figura 45. Percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio nas amostras de sedimento coletadas na área de influência do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco de Sul.

As concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total e de fósforo total apresentaram valores inferiores aos respectivos valores orientadores definidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (10%, 4.800 mg/kg e 2.000 mg/kg, respectivamente), tanto para as amostras das áreas internas quanto às amostras do canal externo. Importante destacar que para algumas amostras não é possível visualizar as concentrações de carbono orgânico total única e exclusivamente em função da escala gráfica de representação, uma vez que a grande maioria das amostras apresentou concentrações muito pequenas, abaixo do limite de verificação (Figura 46). Além disso, a fim de otimizar a representação da figura, não foram inseridos todos os rótulos de amostras, os quais estão apresentados em um intervalo de cinco (5) amostras.

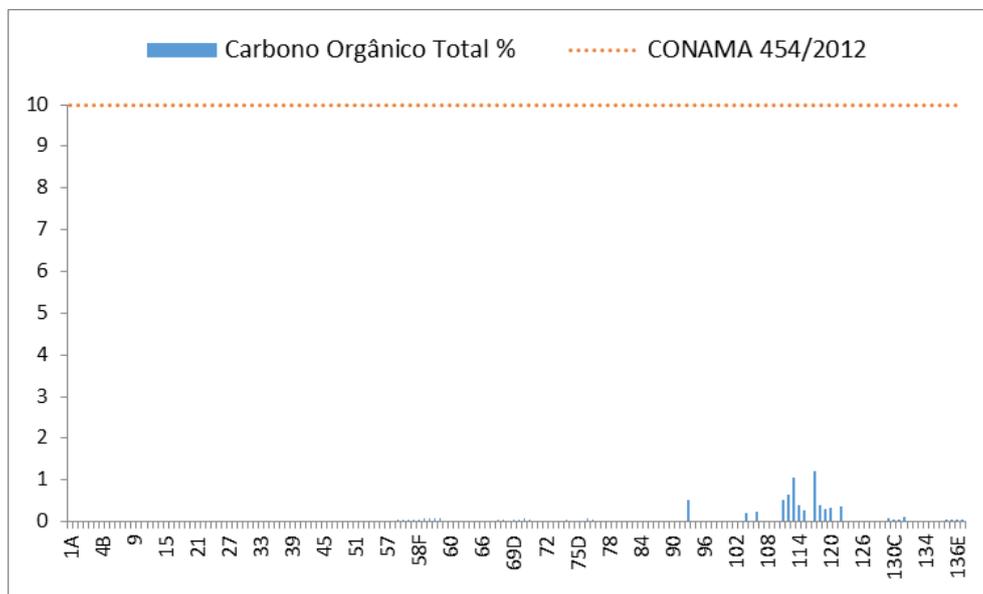


Figura 46. Percentuais de Carbono Orgânico Total (%) para as amostras de sedimentos coletadas na área a ser dragada

Os maiores percentuais de carbono orgânico total nas amostras dos sedimentos a serem dragados foram observados nos pontos amostrais do canal externo, porém, mantendo-se em concentrações muito pequenas, inferiores a 2%.

Em relação aos valores de nitrogênio Kjeldahl total, observou-se uma correlação positiva com os percentuais de matéria orgânica observados nos sedimentos a serem dragados ( $r=0,56$ ). Os maiores valores foram observados nas áreas do canal interno e nas áreas do canal externo, e nas amostras onde se observou uma maior contribuição de sedimentos finos (Figura 47).

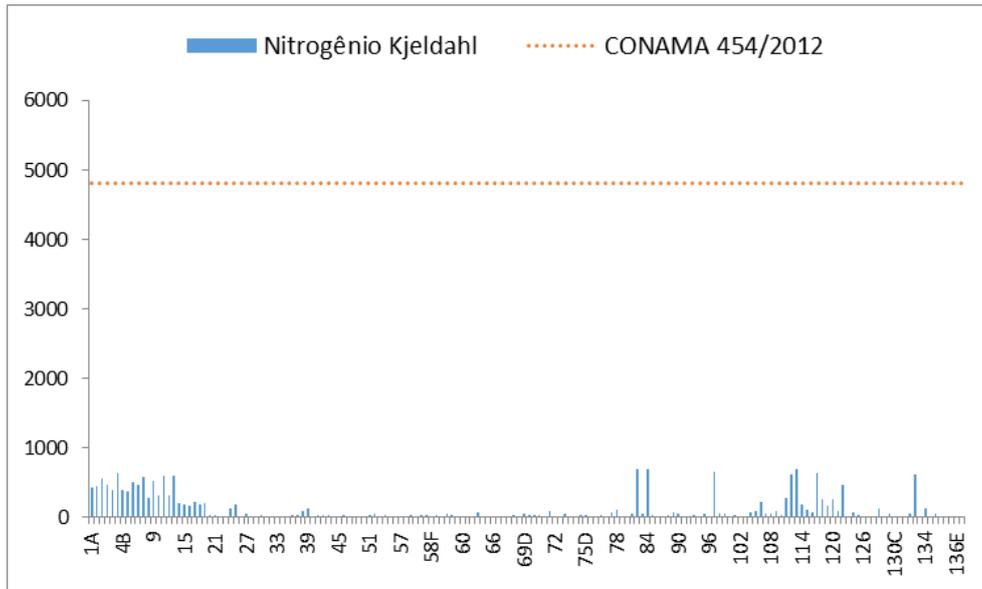


Figura 47. Percentuais de Carbono Orgânico Total (%) para as amostras de sedimento coletadas na área a ser dragada.

As concentrações de fósforo total observadas nas amostras dos sedimentos a serem dragados apresentaram os maiores valores nos pontos amostrais do canal interno e nos pontos amostrais do canal externo onde houve maior contribuição de sedimentos finos e matéria orgânica, com uma correlação positiva de  $r=0,69$ .

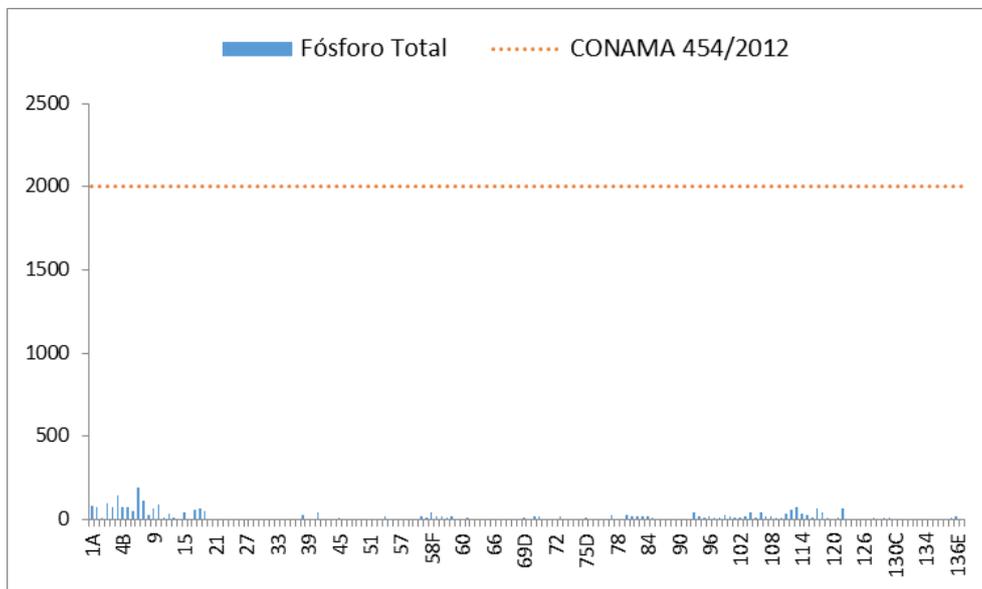


Figura 48. Concentração de Fósforo total (mg/Kg) para as amostras de sedimento coletadas na área a ser dragada.

Outros elementos avaliados, segundo recomendações da Resolução CONAMA N° 454/2012, e conforme apresentado abaixo, não apresentaram valores detectáveis nos sedimentos analisados nas 170 (cento e setenta) amostras coletadas na área de dragagem do sistema aquaviário:

- Pesticidas organoclorados: HCH (Alfa-HCH), HCH Beta, HCH (Delta-HCH), Lindano (g-HCH), Clordano (Alfa), Clordano (Gama), DDD, DDE, DDT, Dieldrin, Endrin.
- Bifenilas Policloradas – PCBs
- Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HAPs): Grupo A - Benzo(a)antraceno, Benzo(a)pireno, Criseno, Dibenzo(a,h)antraceno; Grupo B - Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, 2-Metilnaftaleno, Naftaleno, Pireno.
- TBT – Tributilestanho.

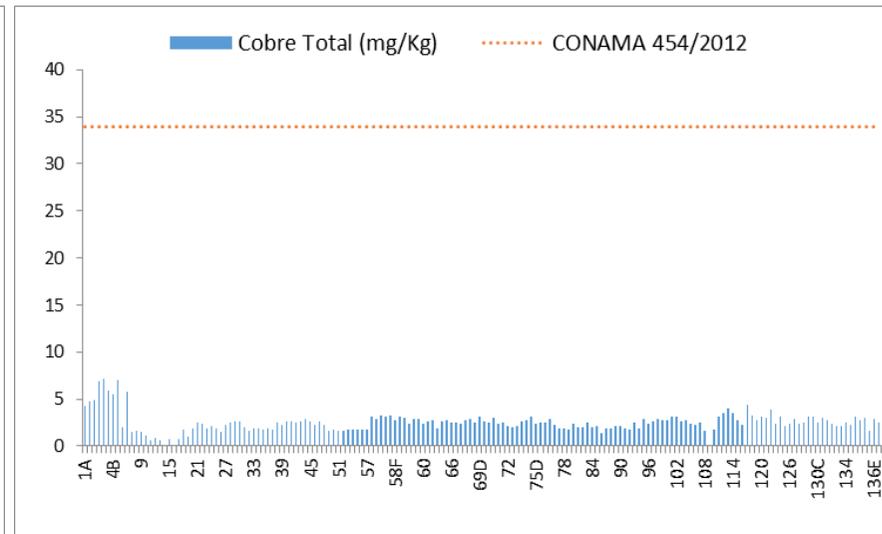
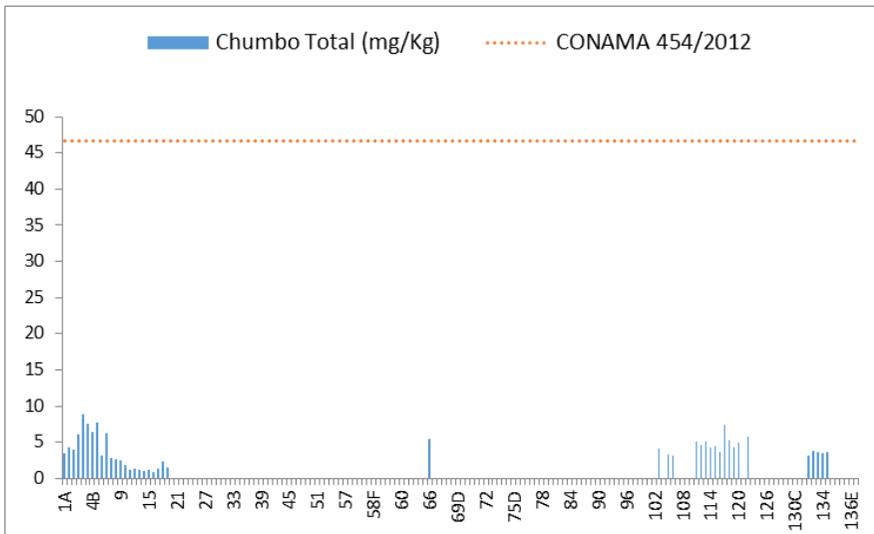
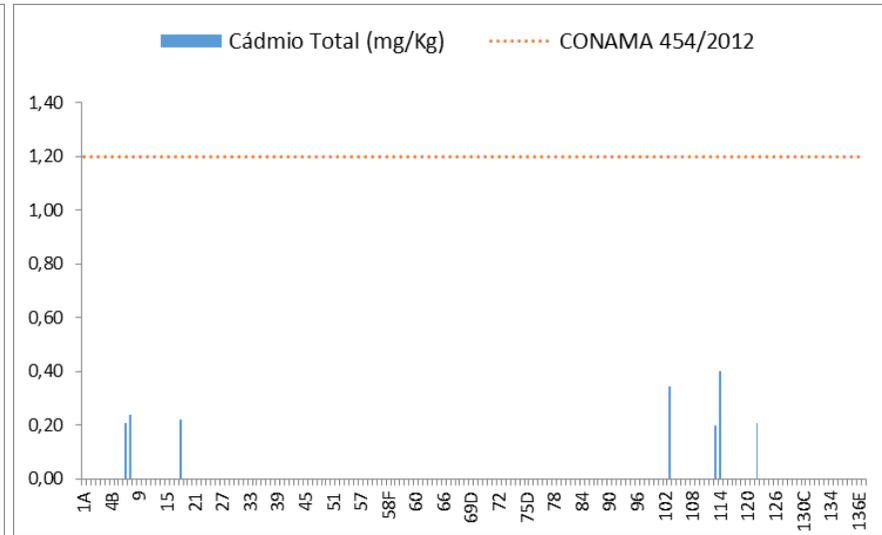
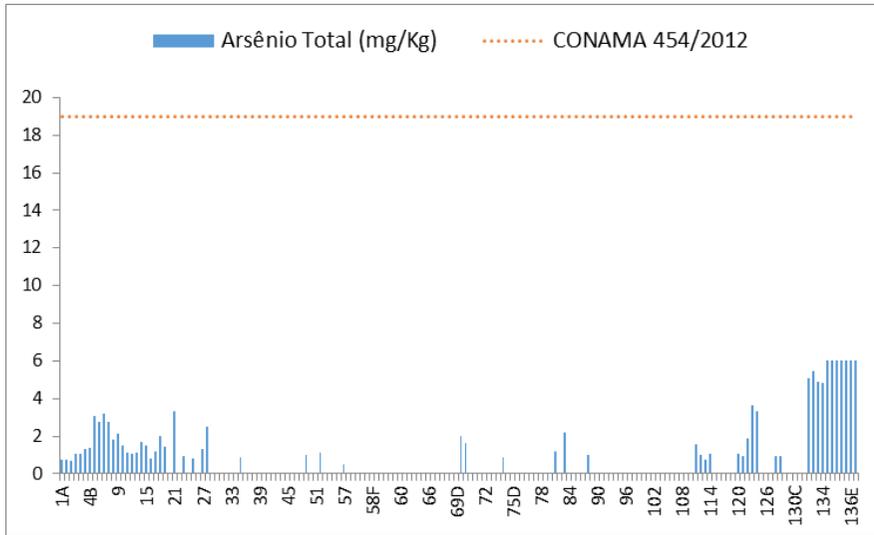
As concentrações observadas nas amostras consideradas para a avaliação da qualidade dos sedimentos a serem dragados, foram inferiores aos limites de quantificação dos métodos e inferiores ao nível 1 para águas salinas e salobras de todas as substâncias analisadas. Este mesmo resultado foi observado para as amostras de sedimentos superficiais coletados na área do bota-fora Alfa entre fevereiro e novembro de 2017, apresentado na sequência do texto.

As concentrações dos metais e semi-metais analisados mantiveram-se em valores consideravelmente inferiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 454/2012 para o nível 1 (limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota) em águas salinas/salobras, tanto para as amostras das áreas internas (canal interno, berço de atracação e berço de evolução), quanto para as amostras do canal externo e o bota-fora Alfa. Importante observar que para o mercúrio, nenhuma amostra apresentou valor acima dos limites de quantificação.

De forma geral, as maiores concentrações de metais e semi metais ocorrem principalmente em pontos mais internos à baía de Babitonga, locais onde os sedimentos finos foram dominantes, com percentual médio de silte e argila de 31,8% e 28,7%, respectivamente.

Em relação às amostras coletadas para avaliação da qualidade dos sedimentos a serem dragados, para os metais chumbo e cromo, observou-se uma correlação positiva entre os percentuais de matéria orgânica, sedimentos finos e as concentrações destes metais nos sedimentos. Para os metais arsênio, cádmio e níquel não foram observadas relações entre a granulometria dos sedimentos e as concentrações observadas. As concentrações de cobre e zinco apresentaram pouca variação das concentrações entre todas as amostras analisadas. Ressalta-se que todas as concentrações dos metais e semi metais analisados,

mantiveram-se em valores consideravelmente inferiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 454/2012 para o nível 1.



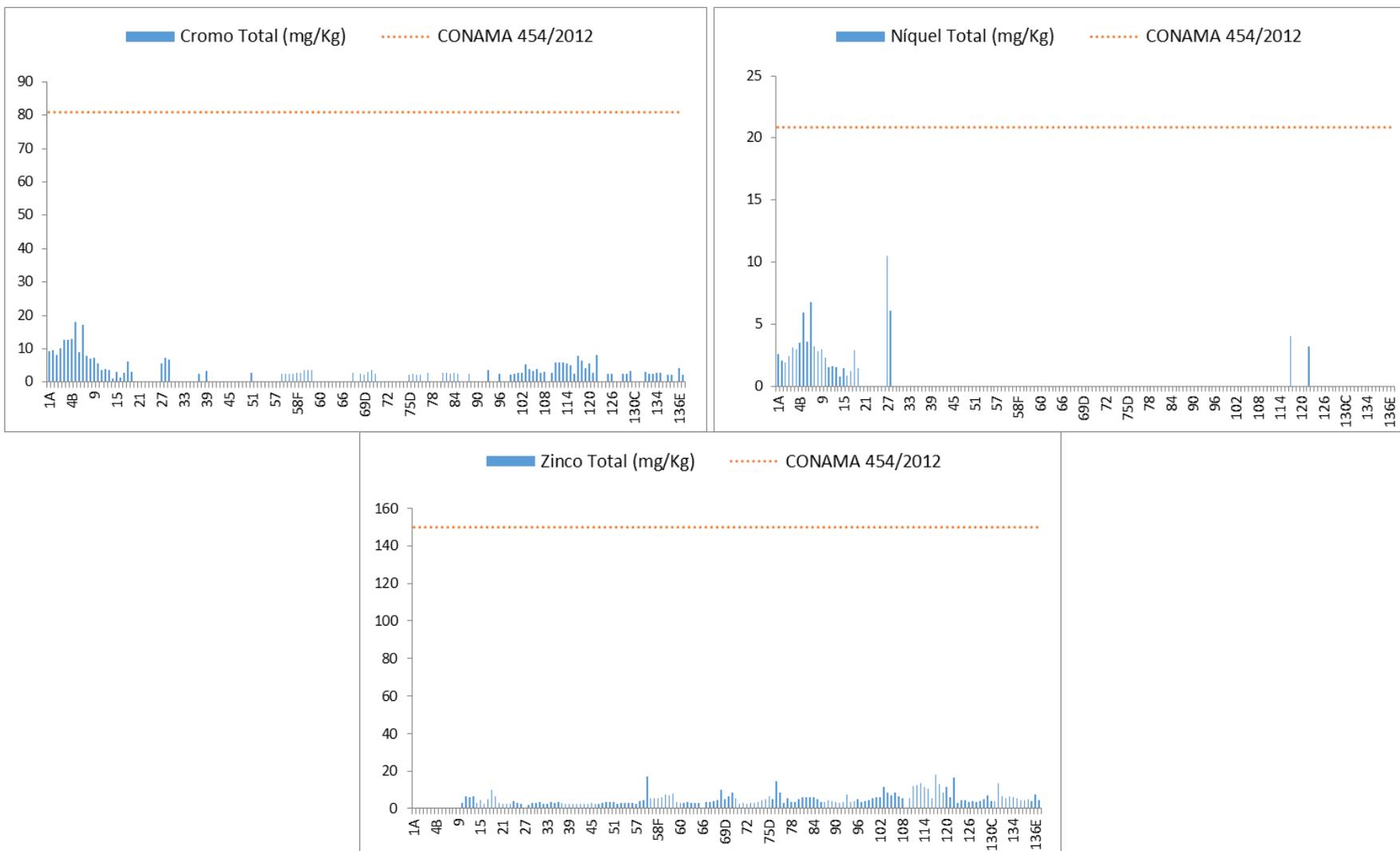


Figura 49. Concentração de metais (mg/Kg) analisados nas 170 (cento e setenta) amostras coletadas para avaliação da qualidade dos sedimentos a serem dragados no escopo do Estudo de Impacto Ambiental – EIA para a dragagem de aprofundamento e readequação do sistema aquaviário do Porto de São Francisco do Sul.

#### 6.1.2.2. Sedimentos Superficiais na Área do Bota-Fora Alfa

Para as amostras coletadas nos pontos na área do bota-fora Alfa, as análises granulométricas indicaram uma predominância de sedimentos finos (areias finas, areias muito finas e silte). Nas campanhas de maio e agosto de 2017 observou-se uma maior contribuição de sedimentos grosseiros nos pontos amostrais #19 e #21, respectivamente (Figura 50). A área de bota-fora é caracterizada pela mistura dos sedimentos oriundos da dragagem, e com isso a distribuição granulométrica pode variar conforme os sedimentos dragados e os processos hidrodinâmicos locais. Os sedimentos oriundos da dragagem tendem a serem distribuídos conforme seu tamanho de grão, sendo que os sedimentos mais grosseiros como areias sedimentam próximos ao local de descarte, em função de sua maior velocidade de sedimentação, e os mais finos (em menor quantidade) tendem a percorrer maiores distâncias antes da sedimentação.

Destaca-se que o mesmo padrão de predominância das frações de areia fina foi observado para todos os pontos na campanha amostral realizada em março de 2019 para o Programa de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos do PBA do Porto de São Francisco do Sul (Figura 51).

Em relação aos percentuais de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio observados nas quatro campanhas realizadas em 2017, na área de descarte dos sedimentos dragados foi observada uma variação das concentrações entre as campanhas amostrais e entre os pontos de coletas. Os maiores percentuais de matéria orgânica foram observados na campanha de agosto de 2017. Para o percentual de carbonato de cálcio foram observados os maiores valores nas campanhas realizadas em maio e novembro de 2017, com variação de concentrações entre os pontos amostrais (Figura 52).

Com relação aos teores de matéria orgânica, não se observou uma correlação forte entre os maiores valores de MO nos pontos onde os sedimentos lamosos foram predominantes (Figura 53). A concentração de matéria orgânica oriunda dos sedimentos a serem dragados tende a não alterar o padrão de distribuição atuais do bota-fora Alfa.

A mesma afirmação pode ser verificada na campanha realizada em março de 2019, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos do PBA do Porto de São Francisco do Sul, oportunidade em que também não foi possível observar correlação entre a concentração de carbonatos e matéria orgânica (Figura 54).



Figura 50. Distribuição das classes granulométricas nas amostras de sedimento coletadas na área do bota-fora Alfa nas campanhas realizadas em fevereiro, maio, agosto e novembro de 2017.

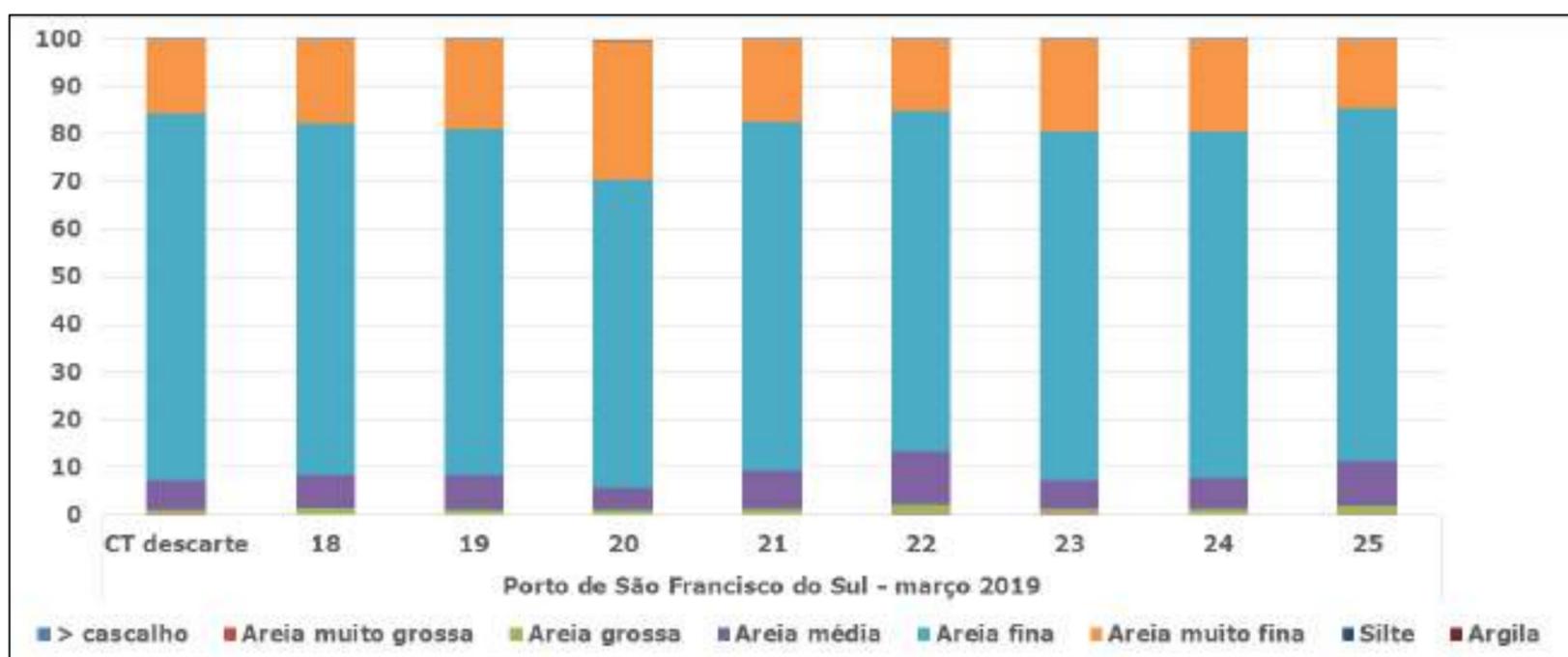


Figura 51. Distribuição das classes granulométricas nas amostras de sedimento coletadas na área do bota-fora Alfa nas campanhas realizadas em março de 2019.

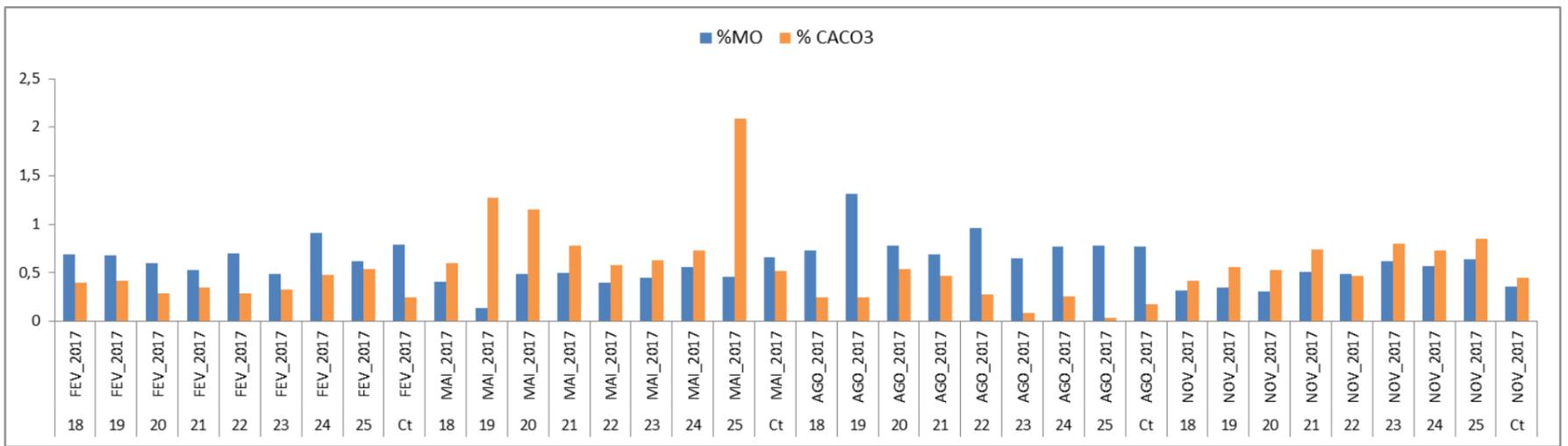


Figura 52. Percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio nas amostras de sedimento coletadas na área do bota-fora Alfa.

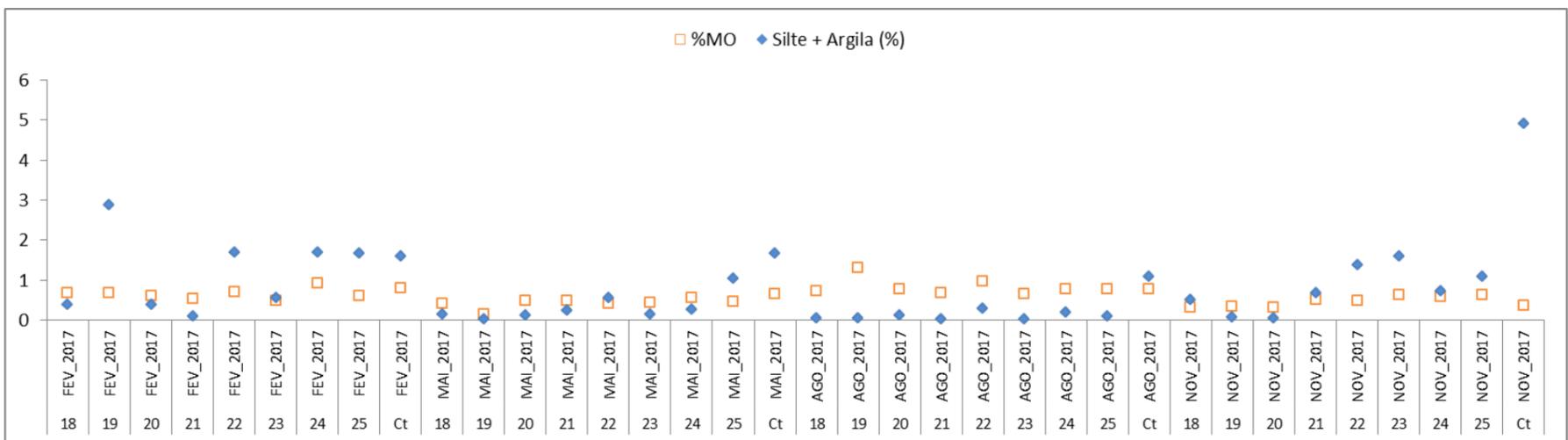


Figura 53. Relação entre sedimentos finos – silte e argila (%) e matéria orgânica nas amostras de sedimento coletadas na área do bota-fora Alfa.

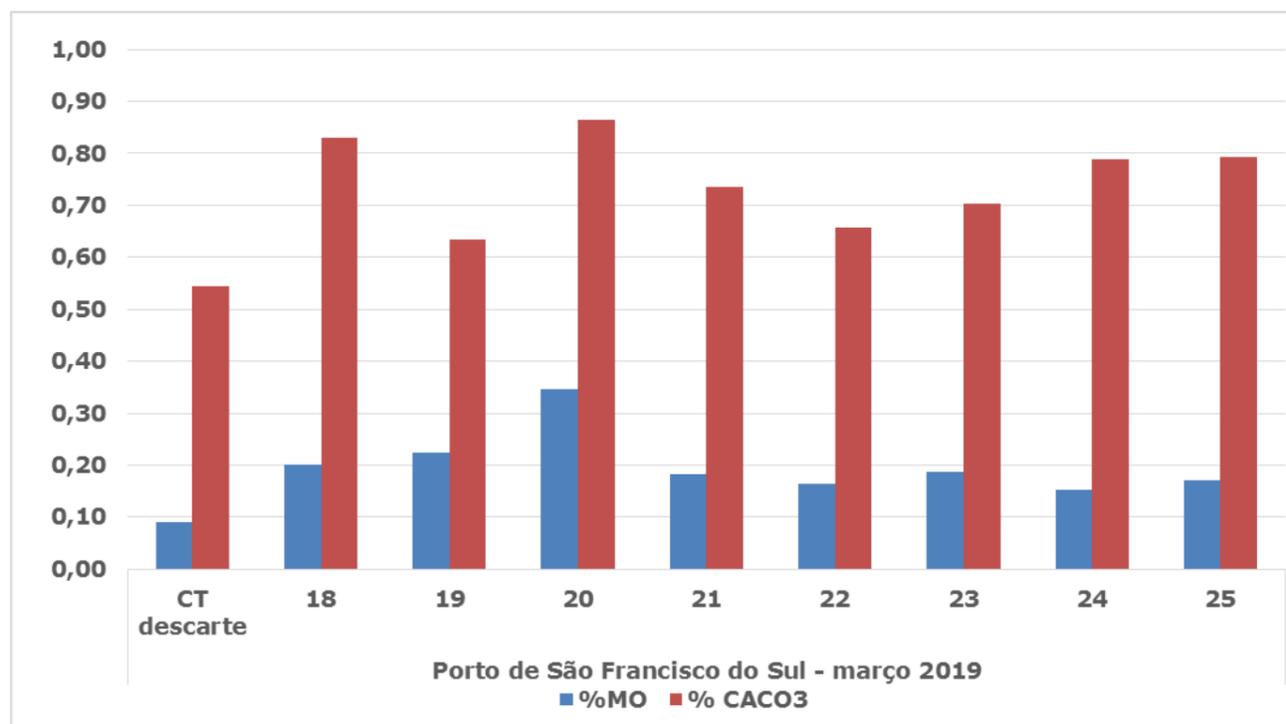


Figura 54. Percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio nas amostras de sedimento coletadas na área do bota-fora Alfa em março de 2019.

Para as amostras referentes aos sedimentos coletados no bota-fora Alfa, analisados em 2017, observou-se maiores percentuais de carbono orgânico total nas amostras de maio e agosto de 2017, porém, mantendo-se inferiores a 2% (Figura 55). Para a campanha de março de 2019, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos do PBA do Porto de São Francisco do Sul, todas as amostras apresentaram concentração abaixo do limite de quantificação do método.

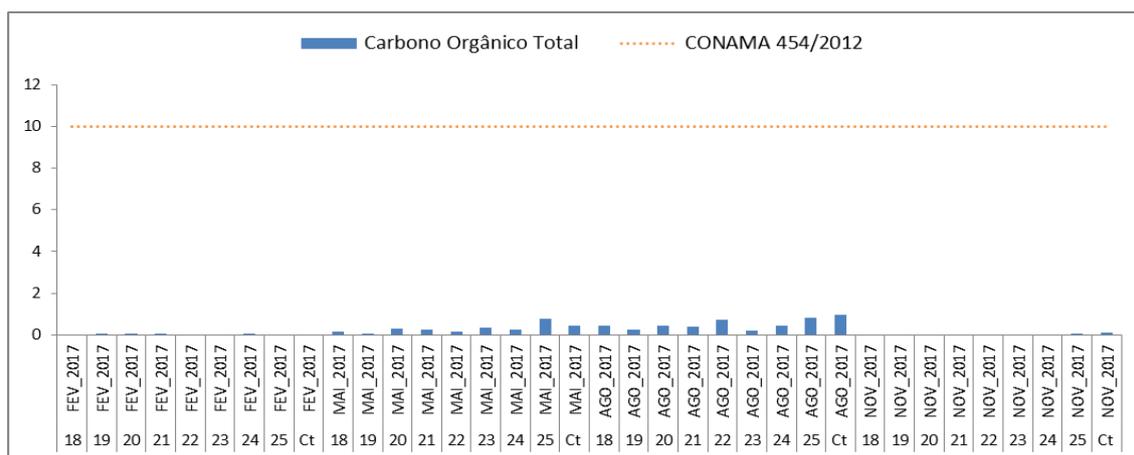


Figura 55. Percentuais de carbono Orgânico Total (%) para as amostras de sedimentos coletadas na área do bota-fora Alfa, nas quatro campanhas realizadas.

Em relação às concentrações de nitrogênio Kjeldahl total das amostras coletadas no bota-fora Alfa, nas quatro campanhas realizadas em 2017, não foi identificada uma variação importante entre pontos de coleta, somente entre as campanhas amostrais, onde a campanha de novembro de 2017 apresentou as maiores concentrações de nitrogênio Kjeldahl total (Figura 56). Na campanha de março de 2019 as concentrações deste parâmetro variaram de 50,3 a 157,9 mg/Kg, muito abaixo do limite estabelecido pela legislação.

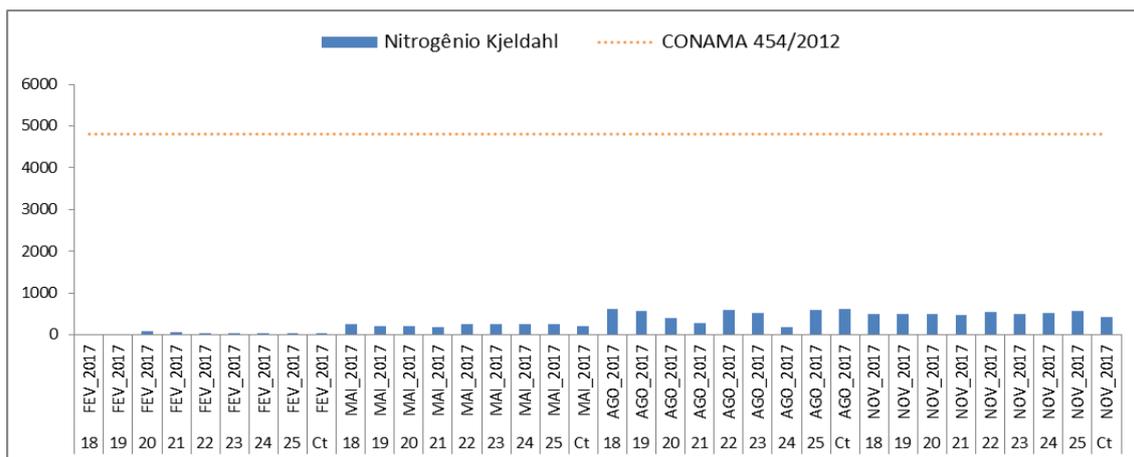


Figura 56. Concentração de Nitrogênio Kjeldahl (mg/Kg) para as amostras de sedimentos coletadas na área do bota-fora Alfa, nas quatro campanhas realizadas.

Para as amostras dos sedimentos coletadas no bota-fora Alfa em 2017, observou-se baixos valores de fósforo total, com as maiores concentrações observadas nas campanhas de maio e agosto de 2017, no ponto de Controle do Descarte. Cabe ressaltar que os valores de fósforo verificados em todas as campanhas podem ser considerados baixos, da mesma forma que as concentrações de nitrogênio total (Figura 57). Em 2019, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos do PBA do Porto de São Francisco do Sul, a variação observada foi da concentração mínima de 3,06 a 57,6 mg/Kg, atendendo a legislação vigente.

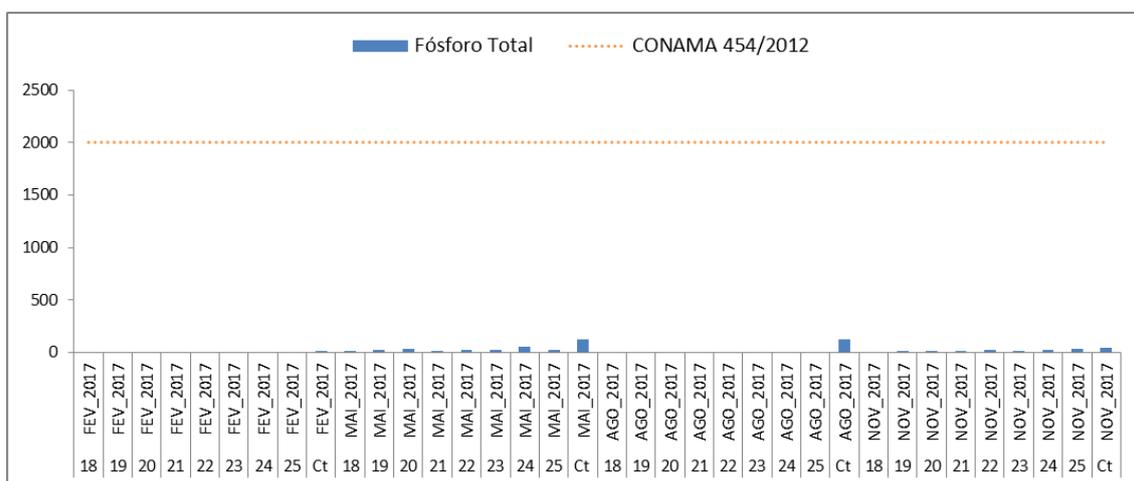


Figura 57. Concentração de Fósforo total (mg/Kg) para as amostras de sedimentos coletadas na área do bota-fora Alfa, nas quatro campanhas realizadas.

A distribuição das concentrações de metais e semi-metais na área do bota-fora Alfa, nas quatro campanhas realizadas em 2017, pode ser visualizada na Figura 59. É possível verificar que com exceção dos elementos arsênio e cádmio, que foram observados em campanhas amostrais e pontos específicos, os outros elementos não apresentaram

variação em relação às campanhas realizadas ou pontos de coleta. Não foi possível detectar uma relação entre as concentrações de metais e os percentuais de sedimentos finos e matéria orgânica nestas amostras de sedimentos. Ressalta-se que todas as concentrações dos metais e semi-metais analisados, inclusive o arsênio e cádmio, mantiveram-se em valores consideravelmente inferiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA N° 454/2012 para o nível 1.

As análises realizadas a partir das amostragens de março de 2019 para a área do bota-fora Alfa também evidenciaram a presença de arsênio, cobre, cromo, e zinco, sendo que todas estiveram consideravelmente abaixo do que estabelece a legislação vigente (Figura 60). Desta forma, atesta-se a boa qualidade dos sedimentos na área licenciada para descarte dos sedimentos dragados.

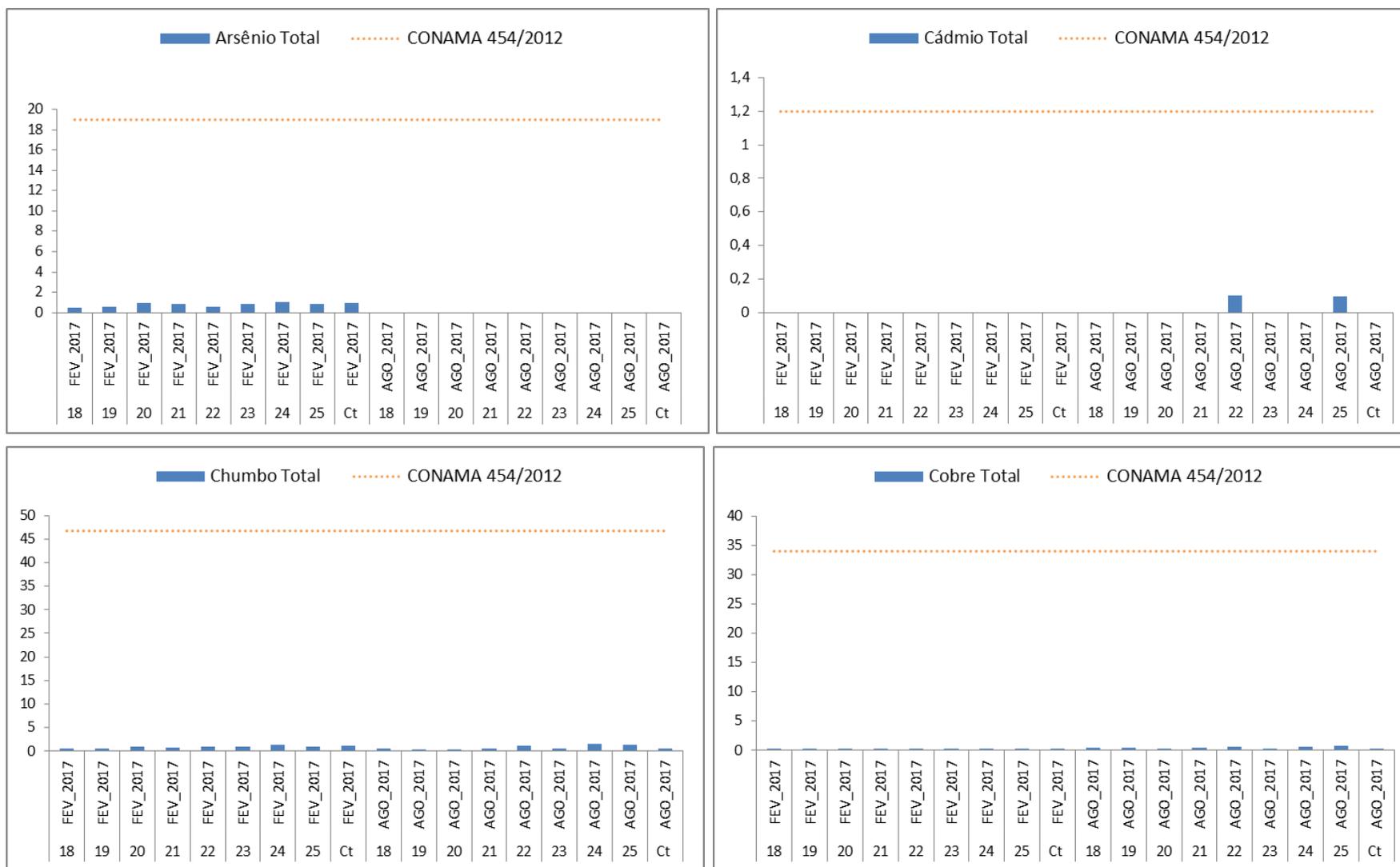


Figura 58. Distribuição das concentrações de metais nas amostras de sedimentos coletados na área do bota-fora Alfa entre fevereiro e agosto de 2017.

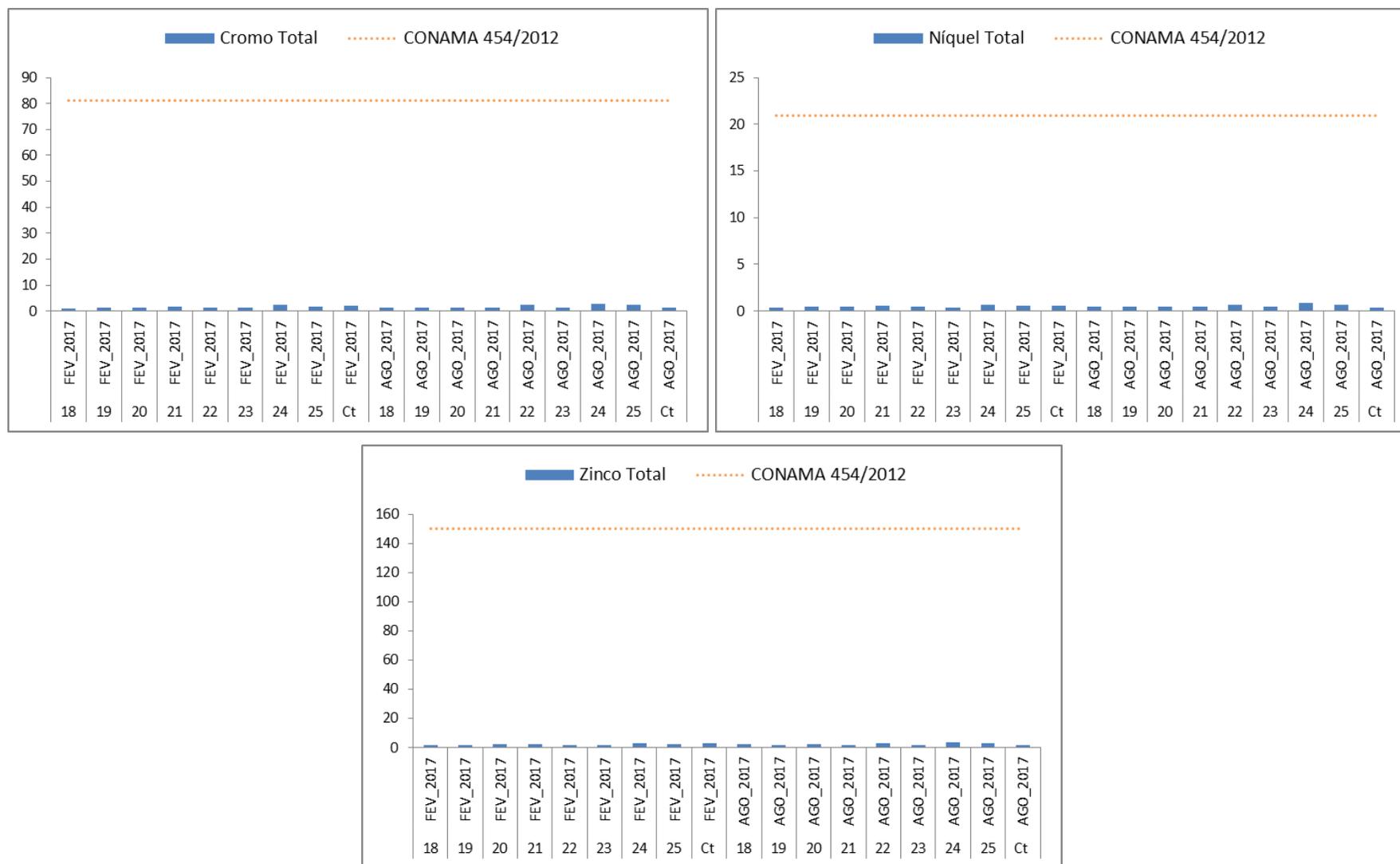


Figura 59. Distribuição das concentrações de metais nas amostras de sedimentos coletados na área do bota-fora Alfa entre fevereiro e agosto de 2017.

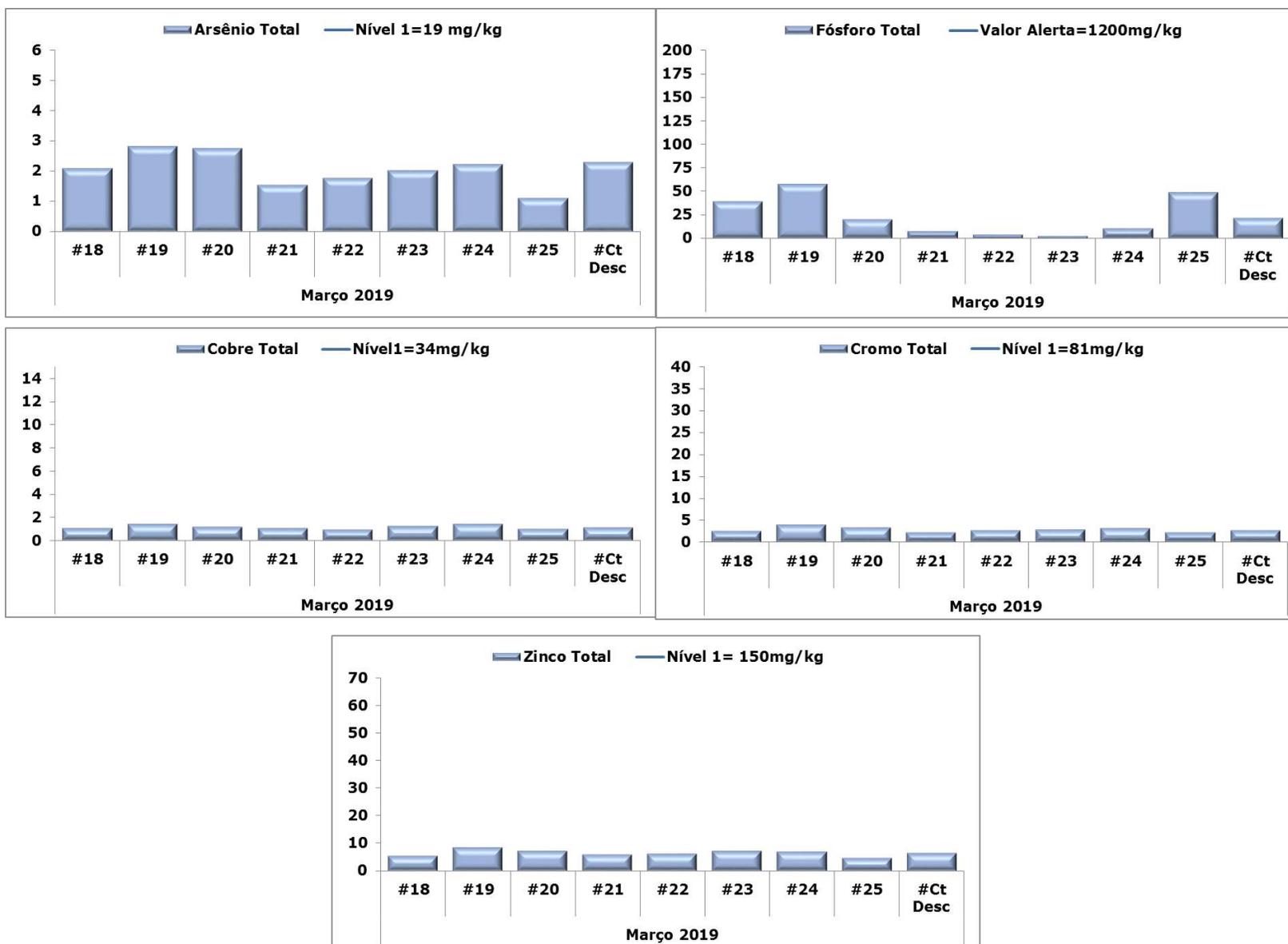


Figura 60. Distribuição das concentrações de metais nas amostras de sedimentos coletados na área do bota-fora Alfa em março de 2019.

### 6.1.3. Considerações Finais sobre a Caracterização Ambiental dos Sedimentos

A caracterização ambiental dos sedimentos a serem dragados do sistema aquaviário e da área de bota-fora (Alfa) do Porto de São Francisco de Sul foi realizada conforme as orientações da Resolução CONAMA Nº 454/2012.

Foi observado que nos pontos do berço de atracação e na bacia de evolução houve um predomínio de sedimentos lamosos (silte + argila). As areias finas e muito finas predominaram no canal interno. Nos pontos amostrais do canal externo, onde está concentrado cerca de 52% do material a ser dragado, verifica-se um domínio de sedimentos arenosos. A concentração de matéria orgânica (MO) acompanhou as características granulométricas de cada amostra, com maiores valores nos pontos onde os sedimentos lamosos foram predominantes. Para os teores de carbonatos, não foi verificada uma relação linear forte com os teores de sedimentos finos, sendo que estes foram positivamente relacionados às amostras com maiores percentuais de sedimentos com granulometria entre areia média e cascalho.

Para as amostras coletadas nos pontos do bota-fora Alfa, área pretendida para o descarte dos sedimentos a serem dragados, as análises granulométricas indicaram uma predominância de sedimentos finos (areias finas, areias muito finas e silte), porém, com baixa relação com os percentuais de matéria orgânica. Observou-se variação das concentrações de matéria orgânica e carbonato de cálcio entre as campanhas amostrais e entre os pontos de coletas.

As concentrações de carbono orgânico total (COT), nitrogênio Kjeldahl total e de fósforo total apresentaram valores inferiores aos respectivos níveis de limite definidos pela Resolução CONAMA 454/2012 (10%, 4.800 mg/kg e 2.000 mg/kg, respectivamente), tanto para as amostras das áreas internas quanto para as amostras na região do canal externo e da área do bota-fora.

Os elementos pesticidas organoclorados, bifenilas policloradas, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e TBT, avaliados segundo recomendações da Resolução CONAMA Nº 454/2012, não apresentaram valores detectáveis nos sedimentos analisados nas 170 (cento e setenta) amostras coletadas para a avaliação da qualidade dos sedimentos a serem dragados, sendo estas concentrações inferiores aos limites de quantificação dos métodos e inferiores ao nível 1 para águas salinas e salobras de todas as substâncias analisadas.

Este mesmo resultado foi observado para as amostras de sedimentos superficiais coletados na área do bota-fora Alfa entre fevereiro e novembro de 2017, e março de 2019.

As concentrações dos metais e semi-metais analisados mantiveram-se em valores consideravelmente inferiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA N° 454/2012 para o nível 1 (limiar abaixo do qual existe menor probabilidade de efeitos adversos à biota) em águas salinas/salobras, tanto para as amostras das áreas internas, quanto para as amostras do canal externo e bota-fora.

Os resultados das análises granulométricas e químicas atestam a boa qualidade dos sedimentos a serem dragados, apresentando todas as concentrações das substâncias químicas indicadas pelo órgão ambiental licenciador abaixo do Nível 1, indicando baixa probabilidade de efeitos adversos à biota local. Sendo assim, entende-se que não há impeditivos às atividades de dragagem no que se refere à qualidade ambiental dos sedimentos a serem dragados.

## **7. EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE DRAGAGEM E DESCARTE**

As técnicas de dragagem e descarte descritas na sequência deste capítulo devem sempre serem coordenadas e agendadas com a Autoridade Portuária e a Autoridade Marítima do Complexo Portuário de São Francisco do Sul, a fim de reduzir ao máximo interferências nas atividades portuárias em decorrência das obras descritas neste Plano de Dragagem.

As características específicas e exatas do volume de cisterna, volume do tanque de combustível, calado, comprimento e boca dos equipamentos de dragagem, bem como dos equipamentos auxiliares, serão definidos mediante à contratação da empresa de dragagem, uma vez que estes parâmetros variam para cada equipamento. Todavia, na sequência deste documento são apresentados os tipos e requisitos mínimos a serem consideradas nos equipamentos de dragagem e descarte.

Além disso, é importante observar que, para a otimização dos trabalhos de dragagem, podem ser adotadas diversas configurações e equipamentos, que podem variar de acordo com a logística e disponibilidade de equipamentos de cada empresa, bem como mediante à disponibilidade do mercado no momento de contratação e realização das obras. De toda forma, os tipos e requisitos mínimos dos equipamentos a serem considerados na execução das obras são apresentados na sequência deste memorial descritivo.

Ainda, a execução das atividades deverá considerar as orientações a serem solicitadas pelo IBAMA, em momento da emissão da Autorização para a realização da dragagem de manutenção, em atendimento à condicionante específica 2.7 da Licença de Operação Nº 548/2006 – 2ª Renovação (2ª Retificação). Nesta Autorização, o órgão ambiental licenciador estabelece os meios de controle e monitoramento, que deverão ser aplicados à atividade de dragagem de manutenção, com o objetivo de garantir a qualidade ambiental da área de influência das obras.

### **7.1. Dragagem Hidráulica do Sistema Aquaviário com Draga de Sucção Autotransportadora e Descarte em Área Marinha**

Para estabelecer as cotas de profundidade de -14,0m DHN ao sistema aquaviário, mais 0,5m de sobredragagem, a dragagem hidráulica será realizada utilizando draga de sucção autotransportadora nas áreas do canal externo, canal interno, bacia de evolução, e quando possível, na área de dársena e berços de atracação. A draga de sucção autotransportadora

deverá possuir cisterna com volume mínimo de 10.000 m<sup>3</sup>, a qual transportará o material dragado em sua cisterna até a área marinha de descarte (bota-fora Alfa). Importante destacar que dragas maiores podem ser adotadas quando da realização das obras, a fim de otimizar o cronograma.

O material dragado por esta técnica deverá ser descartado na área marinha do bota-fora Alfa (Figura 7), com exceção do volume de aproximadamente superior a 24.819 m<sup>3</sup> de material arenoso a ser dragado no canal externo, cujo descarte está previsto como uso benéfico na área da lagoa artificial ("piscinão") a retrocais do berço 201, para aterro da mesma. Importante destacar que este volume pode aumentar, cabendo à empresa especialmente contratada pela SCPAR Porto de São Francisco do Sul para a fiscalização da dragagem avaliar e medir este volume.

A draga do tipo autotransportadora de sucção e arrasto (TSHD) é proposta mediante à análise das características deste Plano de Dragagem, entre elas a distância entre a área de bota-fora e a área de dragagem, as profundidades, e as características hidrodinâmicas e sedimentológicas da área a ser dragada. Além disso, a produtividade otimizada deste tipo de draga contribui para a sustentabilidade ambiental do projeto, reduzindo o tempo necessário para a execução da dragagem, diminuindo assim o impacto ambiental na área do empreendimento. Na Figura 61 são descritas as etapas de um ciclo de produção de uma draga autotransportadora.

O descarte na área de bota-fora marinho deverá ser realizado por meio da abertura da cisterna de fundo da draga autotransportadora, fazendo o descarte por meio de gravidade, conforme ilustrado na Figura 63.

O sistema de dragagem configura-se pelo arrasto causado pela sucção de água, carreando juntamente o material de fundo para dentro da cisterna. Ao adentrar na área de dragagem, os tubos de sucção (braços) são basculados para fora da embarcação com auxílio dos guinchos e/ou turcos e, posteriormente, são baixados até que as suas extremidades inferiores, denominadas cabeças de dragagem, toquem o fundo. Cada cabeça de dragagem é nivelada próxima ou abaixo do nível de interesse. Desta maneira, a dragagem se inicia com baixa velocidade de navegação. A sucção é produzida por bombas hidráulicas ou elétricas específicas para dragagem, situadas dentro do casco ou ainda acopladas nas articulações dos braços do tubo de sucção. A tubulação que sai da boca de descarga da bomba de dragagem prossegue conduzindo o material até a cisterna da draga. A descarga do material para a cisterna se faz através de calhas que visam reduzir a turbulência e, assim, permitir uma maior decantação dos sólidos. O bombeamento do material dragado

prosegue com a draga navegando a baixa velocidade, concomitantemente ao processo de dragagem, até que a cisterna esteja cheia, ou atinja um nível de carga ideal. Quando a cisterna atinge a carga pretendida, os tubos de sucção são recolhidos a bordo e são armazenados em seus alojamentos (berços), enquanto a draga navega a plena velocidade em direção ao local de despejo (área de bota fora). Ao chegar à zona de despejo (bota-fora), é aberta a parte inferior da cisterna da draga, no fundo da embarcação, e todo o material armazenado é despejado. Após o despejo, a draga retorna à área de dragagem, para iniciar um novo ciclo produtivo.



Figura 61. Ilustração esquemática de uma draga de sucção por arrasto do tipo autotransportadora (TSHD), com representação das partes mais relevantes à dragagem.



Figura 62. Ciclo de produção de uma draga autotransportadora de sucção - TSHD.

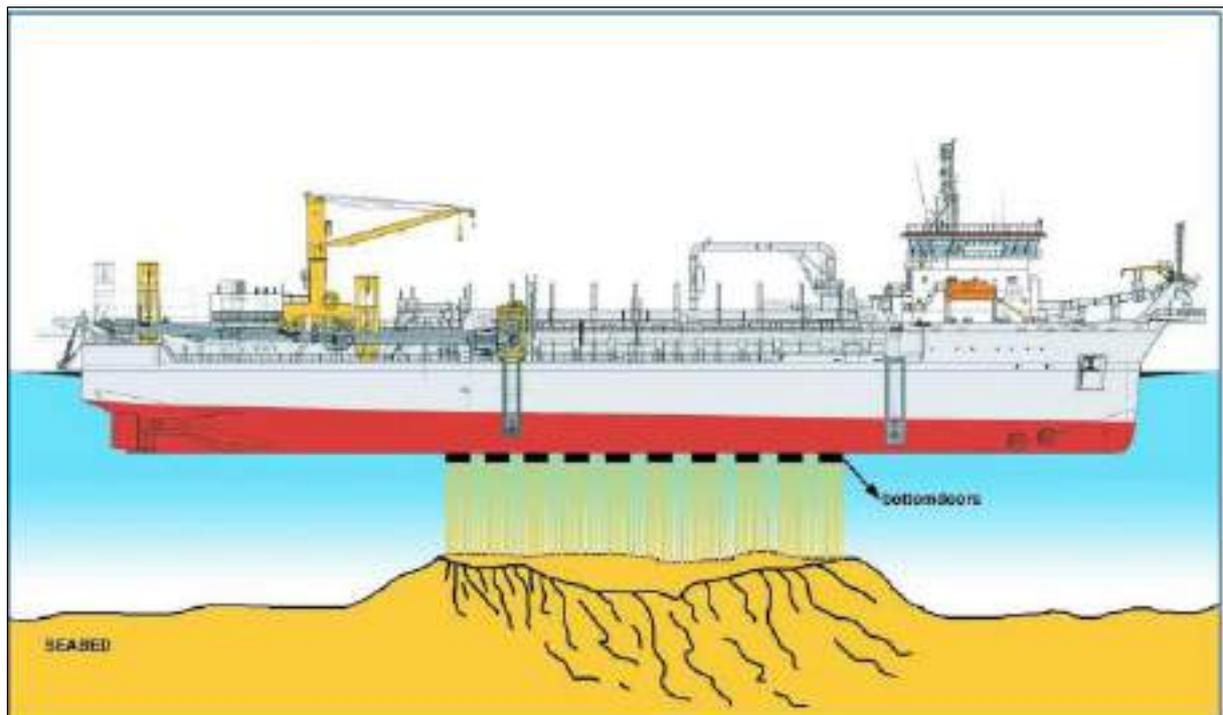


Figura 63. Diagrama esquemático da atividade de descarte de material dragado via abertura das portas da cisterna no fundo do casco da draga autotransportadora. Fonte, Jan de Nul.

## 7.2. Dragagem Mecânica da Área de Berços

Para possibilitar a remoção de sedimentos depositados nos cantos da dársena e berços, deverá ser realizada dragagem mecânica fazendo uso de dragas estacionárias do tipo retroescavadeira (*backhoe*) ou *clamshell* nas áreas imediatamente adjacentes ao entorno dos berços de atracação (cantos), onde não é possível o acesso com a draga autotransportadora.

Para fins deste Plano de Dragagem, está sendo considerada uma draga mecânica com concha com capacidade de 8m<sup>3</sup>, sendo que quando da contratação das obras esta capacidade de volume pode variar, desde que o cronograma final não seja afetado.

Conforme descrito no capítulo de CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO (item 6), na operação de dragagem dos berços deve ser considerado que o material a ser dragado é composto por sedimentos finos, em sua maioria sedimentos com granulometria de silte médio.



Figura 64. Draga mecânica do tipo *backhoe* estabilizada sobre um flutuante diretamente sobre a lâmina d'água.

A destinação final do material dragado pelas dragas mecânicas devem considerar as possibilidades descritas abaixo.

- (1) Descarte do material dragado pela própria draga autotransportadora na área de bota-fora marinho. Nesta estratégia a draga mecânica realoca o material removido do entorno imediato dos berços para a região mais ao centro da dársena, mais distante do berço, onde possibilite a posterior remoção pela draga autotransportadora;
- (2) Descarte do material dragado por batelão de casco bipartido ou com portas de quilha, auto propelido ou com propulsão auxiliar, na área de bota-fora marinho;
- (3) Descarte do material dragado em caminhões caçambas basculantes, com destinação final em área de bota-fora terrestre a ser definida posteriormente pela SCPar Porto de São Francisco do Sul.

### 7.3. Dragagem da Lagoa a Ser Aterrada

Antes da execução do aterro da lagoa a retrocais com o material arenoso a ser dragado do canal externo do sistema aquaviário, material constituído da fácies areia, é necessária a dragagem de um volume de aproximadamente 4.662 m<sup>3</sup> de solo mole (argila) do fundo da lagoa a ser aterrada, conforme descrito no projeto de aterro da lagoa (AJM, 2017).

Importante destacar que, no âmbito da solicitação de anuência ao IBAMA para o fechamento da lagoa artificial da retroárea do berço 201, foi realizada a amostragem e caracterização da qualidade sedimentar dos sedimentos da área interna da lagoa artificial, conforme solicitado pelo Parecer IBAMA Nº 52/2018 NLA/DITEC/SUPES-SC, apresentado no Anexo IV deste documento.

A partir das análises realizadas, observou-se que todos os parâmetros analisados estiveram de acordo aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 420/2009 para investigação em áreas industriais, sendo que a grande maioria dos parâmetros avaliados estiveram abaixo dos limites de quantificação dos métodos analíticos utilizados. Da mesma forma, dos parâmetros avaliados listados pela Resolução CONAMA Nº 454/2012, todos estiveram abaixo do nível 1 para águas salinas/salobras orientados por esta resolução.

O material a ser dragado na área da lagoa poderá ser destinado a uso benéfico, podendo ser utilizado para obras de aterro ou outra finalidade compatível com as características do sedimento dragado, sendo o transporte em terra realizado por meio de caminhões caçamba basculantes. Da mesma forma, caso seja intencionado pela empresa executora, o sedimento poderá destinado ao bota-fora marinho, uma vez que apresenta qualidade ambiental de acordo com a legislação.

Para a atividade de dragagem do material, o projeto de aterro da lagoa elaborado pela empresa AJM (2017) considera a técnica de dragagem por com mangueira e bomba para a remoção da argila depositada no fundo da lagoa, conforme diagrama ilustrativo apresentado na Figura 65. Caso a empresa executante das obras adote esta técnica, deve ser previsto o comprimento mínimo total de 30m de mangueiras para a atividade de dragagem com bomba.

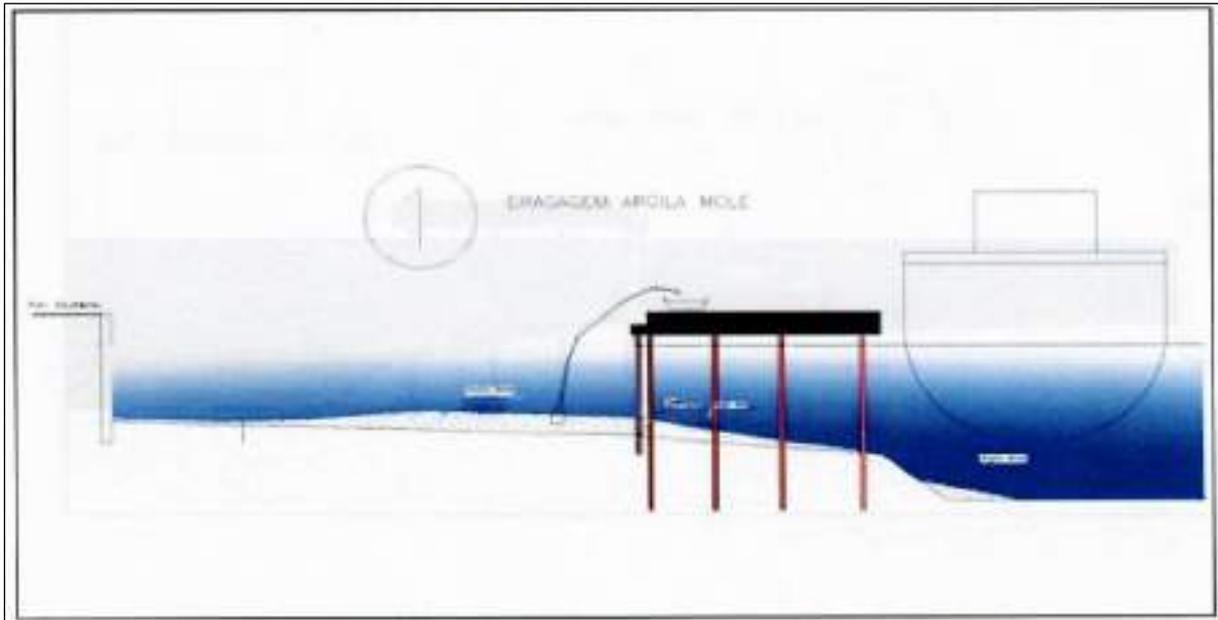


Figura 65. Diagrama esquemático da atividade de dragagem da argila depositada no fundo da lagoa a ser aterrada na área de retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul. Fonte, AJM (2017).

Neste Plano de Dragagem, adiciona-se ainda à técnica de dragagem por mangueira e bomba, apresentada no projeto da empresa AJM (2017), a utilização de dragas mecânicas para a remoção da argila depositada no fundo da lagoa, do tipo retroescavadeira (*backhoe*) e *clamshell*, conforme disponibilidade no mercado.

As técnicas de dragagem por mangueira e bomba, e de dragas mecânicas do tipo retroescavadeira (*backhoe*) e *clamshell* podem ser utilizadas em separado ou em conjunto, conforme disponibilidade de mercado, assim como orientações decorrentes das estratégias a serem adotadas quando da execução das obras.

#### **7.4. Estrutura de Contenção da Lagoa a ser Aterrada**

Após a dragagem da lagoa a ser aterrada é necessário a execução de enrocamento e gabião na lagoa a ser aterrada para a contenção do aterro, conforme descrito no projeto de aterro da lagoa (AJM, 2017).

#### **7.5. Aterro com Areia da Lagoa a Retrocais**

O aterro da lagoa localizada a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul deverá ser realizado com o volume mínimo de 24.819 m<sup>3</sup> de sedimentos arenosos (AJM, 2017) a ser dragado do canal externo do sistema aquaviário.

A dragagem na área do canal externo deverá ser realizada com draga de sucção autotransportadora com cisterna de volume mínimo de 10.000 m<sup>3</sup>, de acordo com orientações do Projeto Básico de Dragagem, a qual transportará o material arenoso dragado em sua cisterna até a área da lagoa a ser aterrada, junto ao berço 201. A draga autotransportadora precisa ser dotada, obrigatoriamente, de sistema de lançamento (cachimbo / *rainbow*) na proa da draga), considerando a técnica de transbordo do material mais eficiente, até a área a ser aterrada.

O descarte do material dragado na área da lagoa, desde a cisterna da draga, será realizado por meio de sucção e recalque, utilizando linha de tubulação que deverá ser conectada ao sistema de lançamento (cachimbo / *rainbow*) na proa da draga autotransportadora, conforme ilustrado na Figura 66, na Figura 67 e na Figura 68.

O material dragado presente na cisterna da draga autotransportadora deverá ser bombeado pela linha de recalque conectada no sistema de lançamento da draga (cachimbo / *rainbow*) até o interior da lagoa a ser aterrada.

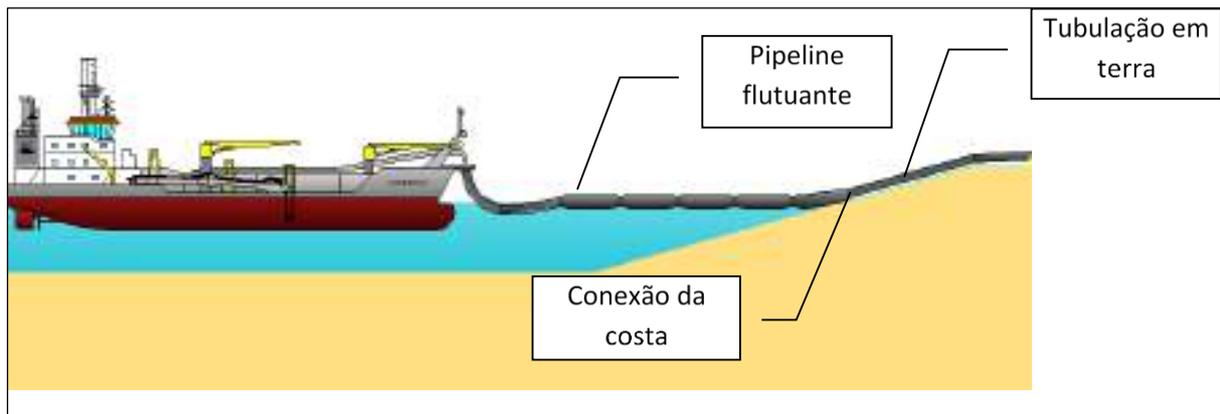


Figura 66. Diagrama esquemático do processo de descarte do material dragado por meio da conexão de uma linha de recalque no sistema de lançamento da draga autotransportadora e descarte em área terrestre.



Figura 67. Registro fotográfico de draga de sucção e arrasto autotransportadora com linha de recalque conectada a seu sistema de lançamento de proa.



Figura 68. Registro fotográfico das etapas de conexão da linha de recalque ao sistema de descarte de sedimento por lançamento de uma draga de sucção e arrasto autotransportadora.

## 7.6. Atividades Pós-Aterro na Área de Retrocais

Importante destacar que o projeto de aterro da lagoa localizada a retrocais do berço 201 do Porto de São Francisco do Sul (AJM, 2017), descreve ainda que após o aterro da área da lagoa com areia deverão ser realizadas as atividades de "Atirantamento da Cortina e Colocação da Mante Drenante" e "Execução de Subbase, Base e Pavimentação Asfáltica", as quais não fazem parte do escopo deste Plano de Dragagem, e que serão deliberadas e licitadas pelo Porto de São Francisco do Sul em processo específico para obras de engenharia.

## 8. MÃO DE OBRA

Na Tabela 8 é apresentada a estimativa de mão de obra para a realização da atividade de dragagem de manutenção do sistema aquaviário do Complexo Portuário de São Francisco do Sul.

A mão de obra necessária para a realização das atividades pós-aterro da lagoa na área de retrocais não estão considerados neste projeto, uma vez que serão contratadas em separado pela SCPAr Porto de São Francisco do Sul.

Tabela 8. Estimativa de mão de obra para a realização da atividade de dragagem de manutenção.

<b>Profissional</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Coordenação da Obra e Departamento Administrativo</b>	<b>5</b>
Coordenador Geral da Obra	1
Engenheiro Pleno	1
Desenhista CAD Pleno	1
Auxiliar Administrativo	1
Comprador	1
<b>Operação das Dragas</b>	<b>28</b>
Comandante	1
MCB Imediato	1
MCB	2
Oficial de Máquinas	2
Cond. Máquinas	2
Mar. Convés (MNC)	5
Draguista (MNC)	5
Mar. Máquinas	3
Cozinheiro	1
Taifeiro	2
Mecânico	3
Eletricista	2
Soldador	2
<b>Atividades de Suporte</b>	<b>15</b>
Almoxarife	1
Motorista de Veículo Leve	1
Motorista de Caminhão (insumos e combustível)	1

<b>Profissional</b>	<b>Quantidade</b>
Mecânico de Equipamentos Pesados	1
Auxiliar de Serviços Gerais	1
Eletricista	1
Encanador	1
Auxiliar Técnico	1
Maçariqueiro	1
Soldador	1
Montador	1
Piloto de Embarcação de suporte	1
Técnico em Meio Ambiente	1
Equipe de Apoio à Fiscalização e Supervisão das Obras	2
<b>Estimativa Total de Mão de Obra</b>	<b>48</b>

Ressalva-se que este quantitativo não abrange a equipe técnica responsável pela execução dos monitoramentos e controle ambientais a serem aplicados ao longo das obras de dragagem de manutenção, em atendimento ao Programa de Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção, conforme estabelecido pelo PBA do Porto de São Francisco do Sul. O desenvolvimento destas atividades está condicionado ao Contrato PSFS Nº 119/2016, firmado entre a SCPAR Porto de São Francisco do Sul S.A. e empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda. para desenvolvimento dos programas ambientais previstos pelo PBA.

## 9. CRONOGRAMA EXECUTIVO

Na Tabela 9 é apresentada a estimativa da produtividade mensal estimada para a draga de sucção e arrasto autotransportadora (TSHD) para cada um dos setores do sistema aquaviário a ser dragado, considerando o descarte do material dragado na área marinha de bota-fora (Alfa).

Tabela 9. Produtividade mensal estimada para a draga de sucção e arrasto autotransportadora (TSHD) para cada um dos setores do sistema aquaviário a ser dragado, considerando o descarte do material dragado na área marinha de bota-fora (Alfa).

<b>Atividade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Canal Externo</b>	<b>Canal Interno</b>	<b>Bacia e Berços</b>
Enchimento da cisterna na área de dragagem	[h]	2,50	3,00	3,00
Velocidade com cisterna carregada	[nós]	6,00	6,00	6,00
Velocidade com cisterna vazia	[nós]	10,00	10,00	10,00
Distância de transporte	[mn]	8,70	14,40	17,00
Efetividade da viagem (paradas, manobras, etc)	[-]	0,80	0,80	0,80
Tempo de viagem	[h]	2,72	4,50	5,31
Tempo total do ciclo	[h]	5,22	7,50	8,31
Capacidade da cisterna da draga TSHD	[m <sup>3</sup> ]	10.000	10.000	10.000
Fator de enchimento da cisterna	[-]	0,70	0,70	0,70
Volume in situ transportado por viagem	[m <sup>3</sup> ]	7.000	7.000	7.000
Produção horária da dragagem com TSHD	[m <sup>3</sup> /h]	1.341	933	842
Horas trabalhadas por dia	[h]	24,00	24,00	24,00
<b>Produtividade mensal draga autotransportadora</b>	<b>[m<sup>3</sup>/mês]</b>	<b>965.749</b>	<b>672.000</b>	<b>606.316</b>

Na Tabela 10 é apresentada a produtividade mensal de dragagem estimada para a draga mecânica, sem considerar a etapa de descarte do material dragado, o qual irá variar com a estratégia de descarte, em área marinha ou em bota-fora terrestre, conforme descrito em detalhe no capítulo de EQUIPAMENTOS E TÉCNICAS DE DRAGAGEM E DESCARTE. Independentemente da estratégia a ser adotada, as atividades de descarte serão realizadas concomitantemente à atividade de dragagem, não prejudicando assim o cronograma apresentado na sequência do texto.

Tabela 10. Produtividade mensal de dragagem estimada para a draga mecânica.

<b>Atividade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Capacidade nominal da concha da escavadeira	[m <sup>3</sup> ]	8,00
Fator de carregamento da concha	[-]	0,70
Capacidade efetiva da concha	[m <sup>3</sup> ]	5,60
Produção mensal da draga mecânica	[lances/min]	1,00
Produção horaria da draga mecânica	[m <sup>3</sup> /hora]	336,00
<b>Produtividade mensal draga mecânica</b>	<b>[m<sup>3</sup>/mês]</b>	<b>241.920</b>

Na Tabela 11 é descrito o tempo de dragagem por trecho de dragagem e tipo de equipamento. O tempo estimado para a realização da dragagem é de 40 dias, considerando que a draga mecânica será utilizada em paralelo à draga de sucção e arrasto autotransportadora.

Tabela 11. Tempo de dragagem por trecho de dragagem e tipo de equipamento.

<b>Atividade / Área</b>	<b>Unidade</b>	<b>Canal Externo</b>	<b>Canal Interno</b>	<b>Bacia de Evolução e Berços</b>
<b>Produtividade Draga Autotransportadora</b>	[m <sup>3</sup> /mês]	965.749	672.000	606.316
<b>Produtividade Draga Mecânica</b>	[m <sup>3</sup> /mês]			241.920
<b>Volume de Dragagem Draga Autotransportadora</b>	[m <sup>3</sup> ]	527.833	106.432	368.911
<b>Volume de Dragagem Mecânica</b>	[m <sup>3</sup> ]			45.000
<b>Tempo Dragagem c/ Draga Autotransportadora</b>	[dias]	16,40	4,75	18,25
<b>Tempo Dragagem c/ Draga Mecânica</b>	[dias]			5,58

Considerando as estimativas de produtividade e do tempo de dragagem descritos acima, na Tabela 12 é apresentado o cronograma estimado para as atividades descritas neste plano. O cronograma compreende todas as atividades inerente às obras, inclusive as atividades de dragagem propriamente ditas.

Tabela 12. Cronograma estimado para a realização das obras deste plano de dragagem de manutenção.

	<b>Mês 0</b>	<b>Mês 1</b>	<b>Mês 2</b>	<b>Mês 3</b>	<b>Mês 4</b>
<b>Emissão da Ordem Serviço</b>					
<b>Mobilização Equipamentos</b>					
<b>LH Pré - Dragagem</b>					
<b>Dragagem Solo Mole da Lagoa a retrocais</b>					
<b>Aterro Lagoa Retrocais</b>					
<b>Dragagem Sistema Aquaviário</b>					
<b>LH Pós - Dragagem</b>					
<b>Entrega da Obra</b>					

## 10. CANTEIRO DE OBRAS, INFRAESTRUTURA DE APOIO E INSUMOS

Para a execução das obras de dragagem não será necessária a instalação de canteiro de obras. O equipamento de dragagem já abriga as peças de reposição e a equipe de manutenção necessária aos reparos que porventura forem necessários durante a execução das atividades.

Como infraestrutura de apoio será utilizado uma embarcação de hidrografia, que irá executar os levantamentos hidrográficos (batimetria) para a fiscalização do andamento e conclusão das obras. Também será necessária a utilização de uma pequena embarcação para a troca de tripulação e da equipe de fiscalização a bordo do equipamento de dragagem.

Os insumos para a operação de dragagem consistem de:

- Peças de reposição em geral, como grades e dentes da cabeça de dragagem, já disponível em reserva no próprio equipamento de dragagem. Se necessário, também poderá ser realizada a compra no comércio local e entrega por meio de empresa especializada diretamente na área do Porto de São Francisco do Sul;
- Material de solda, já disponível em reserva no próprio equipamento de dragagem. Se necessário, também poderá ser realizada a compra no comércio local e entrega por meio de empresa especializada diretamente na área do Porto de São Francisco do Sul;
- Água potável para as necessidades básicas da tripulação embarcada, com abastecimento a ser realizado por empresa especializada na área do Porto de São Francisco do Sul;
- Óleo lubrificante para equipamentos e motores, já disponível em reserva no próprio equipamento de dragagem. Se necessário, também poderá ser realizada a compra no comércio local e entrega por meio de empresa especializada diretamente na área do Porto de São Francisco do Sul;

- Óleo combustível para abastecimento dos motores de propulsão da embarcação, com abastecimento a ser realizado por empresa especializada na área do Porto de São Francisco do Sul, conforme detalhamento apresentado abaixo na sequência do texto.

O abastecimento de óleo combustível da draga autotransportadora será realizado por empresa especializada e credenciada para tal atividade na área do Porto de São Francisco do Sul. Também pode ser feito em Paranaguá, no estado vizinho do Paraná, o que pode impactar no cronograma das obras. Serão seguidas todas as orientações da Instrução Normativa N° 06/2011 da SCPAR Porto de São Francisco do Sul, que estabelece o procedimento para a transferência de óleo na área deste porto, e as orientações dispostas na NORMAM N° 8, capítulo 3 e seção IV – DPC – MB, que discorre sobre os procedimentos para transferência de óleo entre embarcações, bem como as Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos de Santa Catarina (NPCP – SC/2016).

As operações de abastecimento de óleo combustível ocorrerão somente com a anuência de empresas especializadas em atendimento a emergências ambientais, credenciadas na Autoridades Portuária, e que deve apresentar a documentação listada abaixo:

- ✓ Licença Ambiental de Operação vigente;
- ✓ Plano de Combate a Emergências – PCE;
- ✓ Plano de Emergência Individual – PEI;
- ✓ Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA;
- ✓ Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO;
- ✓ Registro na ANP;
- ✓ Certificação Técnica.

Durante todo o transcorrer da operação abastecimento de óleo combustível deverão ser atendidos aos requisitos operacionais de emergência ambiental listados abaixo:

- Manter uma embarcação de apoio dotada de recursos de emergências ambientais de prontidão junto ao local no caso de transferências entre o cais e embarcações, incluindo operações com caminhão-tanque ou qualquer outro tipo de sistema de bombeamento de óleo;
- Manter um veículo utilitário dotado de recursos de emergências ambientais de prontidão junto ao local no caso de transferências em terra e transferências para embarcações de óleos embalados e acondicionados individualmente;

- As embarcações deverão ser capazes de desatracar a qualquer momento em situações de emergência e todos os sistemas de bloqueio de drenagem do convés deverão estar devidamente ativados e vedados, de modo a evitar qualquer escape, fuga ou derrame;
- Durante as operações de abastecimento de óleo combustível entre embarcações deverão ser atendidos os procedimentos abaixo especificados, cuja adoção será de responsabilidade da empresa de atendimento a emergência ambiental:
  - Antes do início da operação de transferência, lançar barreiras de contenção de óleo no entorno das embarcações envolvidas na operação; ou,
  - Manter uma embarcação dedicada no local, para responder a qualquer incidente de derramamento de óleo, dotada de barreiras de contenção de óleo em quantidade adequada e pessoal qualificado, durante o transcorrer da operação.

## **11. MONITORAMENTO E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE DRAGAGEM**

### **11.1. Programa de Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção**

No que se refere à implementação de medidas de controle e atividades de monitoramento para a dragagem de manutenção, salienta-se que, conforme condicionante específica 2.7 da Licença de Operação Nº 548/2006 – 2ª Renovação (2ª Retificação), que dispõe sobre a necessidade de anuência prévia do IBAMA para a realização das dragagens de manutenção, deve ser apresentado o Programa de Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção, conforme previsto no Parecer 002243/2014 – COPAH/IBAMA.

Ressalva-se que este programa integra o Plano Básico Ambiental – PBA do Porto de São Francisco do Sul, conforme submetido à apreciação deste órgão ambiental através do Ofício SCPAR Nº 0630 de 21 de agosto de 2018. Ainda, a execução do referido programa está prevista no Contrato PSFS Nº 119/2016, firmado entre a SCPAR Porto de São Francisco do Sul S.A. e empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda. para desenvolvimento dos programas ambientais previstos pelo PBA.

No escopo do Parecer Técnico Nº 002243/2014 – COPAH/IBAMA, este programa de monitoramento é dividido em oito (08) subprogramas, sendo eles:

- (i) Subprograma de Supervisão Ambiental da Dragagem;
- (ii) Subprograma de Monitoramento da Turbidez; Subprograma de Monitoramento do Volume Dragado;
- (iii) Subprograma de Monitoramento do Volume Dragado;
- (iv) Subprograma de Rastreamento da Draga;
- (v) Subprograma de Comunicação Social;
- (vi) Subprograma de Educação Ambiental para os Trabalhadores da Draga;
- (vii) Subprograma de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes da Draga; e,
- (viii) Subprograma de Atendimento à Emergências.

Além destes, o Ofício Nº 02026.001002/2016-73 GABIN/SC/IBAMA, por meio do Parecer 02001.002553/2016-98, solicitou a inclusão de um subprograma de monitoramento complementar, o Subprograma de Monitoramento da Dragagem a partir de Sensores da Draga.

O detalhamento destes programas ambiental é apresentado no Anexo IV deste Plano de Dragagem. Ressalva-se que o Programa Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção apresentado anexo a este documento foi submetido a pequenas adequações e melhorias visando a melhor efetividade do programa anteriormente protocolado neste órgão ambiental.

Ainda, e em atenção aos demais programas ambientais já desenvolvidos no âmbito da operação do Porto de São Francisco do Sul, caso o órgão ambiental avalie como necessário a implementação de novas ações de monitoramento e controle, estas poderão ser expressas em momento da emissão da Autorização de Dragagem de Manutenção.

## 11.2. Demais Ações de Controle Sugeridas

### 11.2.1. Sinalização Náutica da Área a ser Dragada

A sinalização náutica da área a ser dragada será de responsabilidade da empresa executante dos serviços de dragagem, condição esta que será estabelecida contratualmente entre o empreendedor e a empresa contratada.

Serão atendidas a todas as orientações pertinentes à sinalização náutica em áreas a serem dragadas, de acordo com as Normas da Autoridade Marítima para Obras, Dragagens, Pesquisa e Lavra de Minerais sob, sobre e às margens de Águas Jurisdicionais Brasileiras (NORMAM 11 - DPC), e as Normas da Autoridade Marítima para Auxílios à Navegação (NORMAM 17 - DHN).

### 11.2.2. "Green Valve"

A empresa executora das obras de dragagem deverá, obrigatoriamente, adotar o dispositivo de "válvula verde" no sistema de *overflow* do equipamento de dragagem. Conforme diagrama esquemático apresentado na Figura 66, a válvula verde (*green valve*) tem como objetivo reduzir a entrada de ar no fluxo de material aspirado pelo equipamento durante a atividade de dragagem, reduzindo assim a turbulência na mistura dragada, reduzindo o tempo de suspensão do material resultante do *overflow*.

Sendo assim, a válvula verde (*green valve*) compreende um sistema que objetiva reduzir a concentração de gases dentro da mistura sedimento-água que é lançada de dentro da cisterna para a coluna da água no processo conhecido como *overflow*. Ou seja, a válvula verde não reduz o processo (ou tempo) de *overflow*, mas sim a ressuspensão do material fino lançado na coluna da água através da retirada dos gases da mistura sedimento-água. Na Figura 69 é ilustrado o processo de *overflow* com (esquerda) e sem (direita) a utilização da válvula verde.

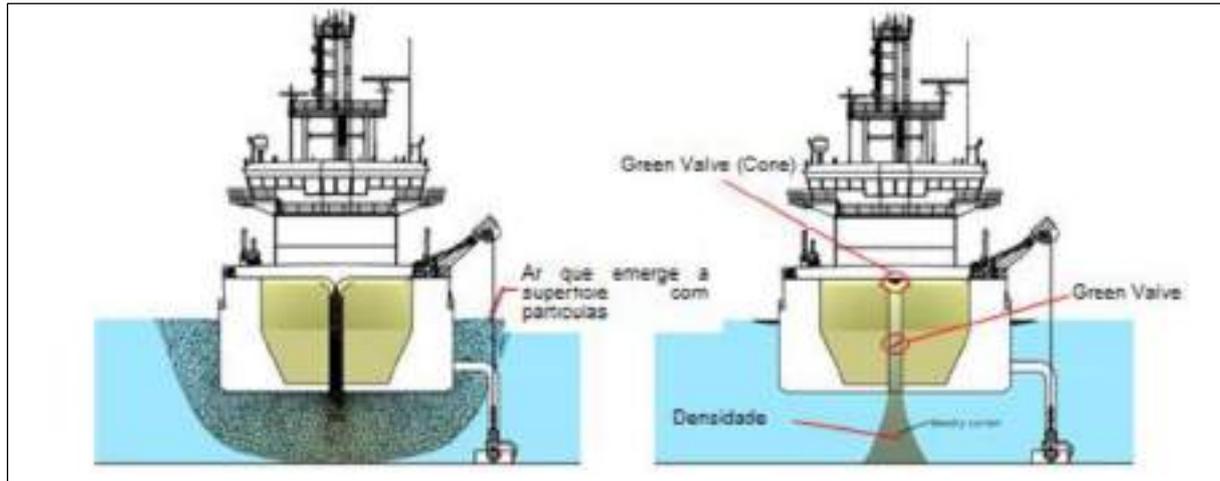


Figura 69. Ilustração esquemática do uso da válvula verde no sistema de *overflow*. A esquerda situação sem o uso da válvula. A direita situação com o uso da válvula verde.

### 11.2.3. Comunicado à Autoridade Marítima (Capitania dos Portos)

Para realização de qualquer atividade marítima comercial, tanto a Marinha do Brasil quanto a Capitania dos Portos da região devem ser informadas com o intuito do fornecimento da autorização para realização da atividade. Portanto, previamente ao início das atividades de dragagem, todos os documentos devem ser entregues à Autoridade Marítima local, entre eles, o plano de balizamento para a atividade de dragagem e a área a ser determinada para a operação da draga, como Aviso aos Navegantes para restrição de navegação. Esta área corresponde às regiões de dragagem, navegação da draga e descarte dos sedimentos.

Será comunicado, com antecedência mínima de cinco dias úteis, a data de início das atividades de dragagem, informando as coordenadas do trecho da área a ser inicialmente dragada e as respectivas áreas de despejos, bem como o término da dragagem, para divulgação em Avisos aos Navegantes. Será também comunicado à Capitania dos Portos sobre o ritmo, período e fase detalhada das boias luminosas a serem empregadas na sinalização da área de dragagem.

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento apresentou o Plano de Dragagem para a manutenção das profundidades do sistema aquaviário (canal de acesso, bacia de evolução, dársena e berços de atracação) do Porto de São Francisco do Sul para a cota de -14m DHN.

A batimetria considerada na estimativa do volume de dragagem foi levantada em maio de 2019 para toda a área do atual traçado do sistema aquaviário. O levantamento consistiu de uma batimetria multifeixe, reduzida ao zero da DHN para o local, realizado de acordo com as Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM 25 – DHN), Categoria “B”.

A intervenção de dragagem para a manutenção das profundidades em -14m (DHN) será necessária em aproximadamente 9,26% da área total do sistema aquaviário. A espessura de dragagem varia entre 1m e 7m. As maiores espessuras de dragagem (7m) são observadas de forma muito pontual, localizadas somente na parte interna da curva do canal de acesso e na região próxima aos berços de atracação. No canal externo a maior parte do pacote a ser dragado apresenta espessuras que variam entre 1 e 2m, sendo que em alguns trechos ocorrem pacotes de 2 a 5 metros, com destaque para a região da curva do canal. Na região a montante do Porto Itapoá, no trecho do canal interno, ocorrem áreas de dragagem com espessura que varia de 1 a 2m. Na bacia de evolução ocorrem áreas de dragagem concentradas na extremidade oeste, com espessura de 1m. No berço de atracação e dársena a espessura de dragagem varia de 1m a 7m (pontual), sendo que a maior parte da área no trecho do berço de atracação a espessura de dragagem varia entre 2 e 4m.

O volume até a cota de dragagem (-14 m DHN) é de **591.770 m<sup>3</sup>** (quinhentos e noventa e um, setecentos e setenta metros cúbicos), e o volume na tolerância vertical de dragagem (0,5 m) é de **456.406 m<sup>3</sup>** (quatrocentos e cinquenta e seis mil, quatrocentos e seis metros cúbicos), representando um **volume total de dragagem de 1.048.176 m<sup>3</sup>** (um milhão, quarenta e oito mil, cento e setenta e seis metros cúbicos). O maior volume de dragagem está localizado na área do canal externo, com aproximadamente 50% do volume total a ser dragado.

Os resultados das análises granulométricas e químicas atestam a boa qualidade dos sedimentos a serem dragados, apresentando todas as concentrações das substâncias

químicas indicadas pelo órgão ambiental licenciador abaixo do Nível 1, indicando baixa probabilidade de efeitos adversos à biota local. Sendo assim, entende-se que não há impeditivos às atividades de dragagem no que se refere à qualidade ambiental dos sedimentos a serem dragados.

Ainda referente à granulometria do material a ser dragado, foi observado que nos pontos amostrais do berço de atracação e na bacia de evolução houve um predomínio de sedimentos lamosos (silte + argila). As areias finas e muito finas predominaram no canal interno. Nos pontos amostrais do canal externo, onde está concentrado cerca de 52% do material a ser dragado, verifica-se um domínio de sedimentos arenosos.

Para a execução das atividades de dragagem, para fins de orientação deste projeto de dragagem de manutenção, é prevista a utilização de uma draga autotransportadora de sucção e arrasto com volume de cisterna de aproximadamente 10 mil m<sup>3</sup>.

Para a execução das obras de dragagem não será necessária a instalação de canteiro de obras. O equipamento de dragagem já abriga as peças de reposição e a equipe de manutenção necessária aos reparos que porventura forem necessários durante a execução das atividades.

Por fim, foram apresentadas medidas de monitoramento e controle das atividades de dragagem, as quais objetivam assegurar a condução técnica adequada e ambientalmente segura das obras.

**13. ANEXOS**

I – Ofício PSFS Nº 686/2017 – Solicitação de anuência do IBAMA para fechamento da lagoa situada entre o berço 201 e retroárea do Porto de São Francisco do Sul.

II - Memória de Cálculo do Volume de Dragagem.

III – Relatório de qualidade ambiental dos sedimentos da área interna da lagoa artificial da retroárea do berço 201, Porto de São Francisco do Sul.

IV- Programa de Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção do Porto de São Francisco do Sul.