



MAR TETHYS

Levantamentos
Oceanográficos e
Estudos Ambientais

**RELATÓRIO TÉCNICO REFERENTE AOS ESTUDOS DE
BATIMETRIA E SONOGRAFIA (SONAR DE VARREDURA
LATERAL) NO CANAL DE ACESSO E ÁREAS DE BERÇOS DO
SÍTIO PREVISTO PARA A INSTALAÇÃO DO TERMINAL
MARÍTIMO MAR AZUL – SÃO FRANCISCO DO SUL, SANTA
CATARINA**

Preparado para:

**MAR AZUL Logística, Armazenamento, Terminais e Transporte
S/A**

Fevereiro, 2012.

ÍNDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	LOCALIZAÇÃO	8
3.	METODOLOGIA APLICADA NO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO E SONOGRÁFICO	11
3.1	Equipamentos e aplicativos utilizados no levantamento batimétrico e sonográfico.	11
3.2	Descrição dos serviços de campo.....	12
3.3	Levantamento Hidrográfico - Batimetria	14
3.4	Processamento dos dados de batimetria.....	17
3.5	Sonar de Varredura Lateral – Sonar Side Scan - SSS.....	18
3.6	Processamento de dados de sonografia	19
3.7	Arranjo dos equipamentos (<i>Offsets</i>).....	21
3.8	Correção dos Níveis de Maré.....	22
4	RESULTADOS OBTIDOS NOS LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICOS	25
4.1	Batimetria.....	25
4.2	Sonografia	31
5.	CONCLUSÕES	37
6	BIBLIOGRAFIA	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da baía da Babitonga, a noroeste da Ilha de São Francisco do Sul e a Sul. Fonte: DNIT/IME, 2004.	8
Figura 2. Localização da área de estudo. Polígono em amarelo delimitando a área coberta pelo estudo hidrográfico.	10
Figura 3. Plano de linhas executado no levantamento batimétrico.	13
Figura 4. Plano de linhas executado no levantamento sonográfico com sonar de varredura lateral de dupla frequência (330/800 kHz).	13
Figura 5. Ecobatímetro ODOM/ECHOTRAC™ - com microcomputador que permite o registro dos dados, instalado na embarcação.	14
Figura 6. Sistema de posicionamento global DGPS - O GTR-G2, receptor GNSS de alto desempenho.	14
Figura 7. Configuração dos parâmetros geodésicos adotados nos levantamentos batimétricos.	15
Figura 8. Resultado do teste de latência utilizado na correção do sincronismo.	16
Figura 9. Janela do módulo de processamento do <i>software</i> Hypack, onde se procedeu a eliminação de dados espúrios.	18
Figura 10. Sistema de sonar de varredura Lateral, utilizado nesta campanha modelo "SPORTSCAN"	19
Figura 11. Janela do <i>software</i> Hypack, módulo de geração de mosaicos.	20
Figura 12. Janela do <i>software</i> Hypack, módulo de processamento de sonogramas.	20
Figura 13. Os offsets entre a embarcação de sondagem, altura da antena GPS-diferencial (1) e transdutor (2).	21
Figura 14. Diagrama dos <i>offsets</i> de instalação e <i>layback</i> do sistema de posicionamento por satélite dos equipamentos hidroacústicos.	22
Figura 15. Monografia do NR (nível de referência) onde constam informações referentes ao NR utilizados para correção dos fluxos e refluxos da maré durante o LH, realizados no canal interno do Porto de São Francisco do Sul, Baía da Babitonga, Santa Catarina.	23
Figura 16. Gráfico comparativo entre as componentes astronômicas de marés fornecidas pela DHN e os dados obtidos através de equipamento instalado na região, durante o período do levantamento batimétrico.	24
Figura 17. Linhas executadas durante o levantamento batimétrico.	26
Figura 18. Contorno batimétrico referenciados ao <i>datum</i> vertical do DHN, obtidas na área de estudo.	27
Figura 19. Cenários batimétricos para possíveis aprofundamentos no canal de acesso e área do empreendimento.	28
Figura 20. Contornos batimétricos obtidos no LH o ano de 2007.	30
Figura 21. Cenários de aprofundamento observados na batimetria do ano de 2007.	Erro! Indicador não definido.
Figura 22. Característica do substrato de embasamento rochoso raso à esquerda e laje contínua profunda à direita.	31

Figura 23. Característica do substrato, fragmentos de rochas espalhados no leito marinho à esquerda e pequenas rochas em meio a substrato arenolamoso, à direita.....	32
Figura 24. Mosaico do levantamento sonográfico realizado na área de estudo.....	34
Figura 25. Imagem da área sonografada com os alvos de substrato rochoso e batimétrica sobrepostas.	35
Figura 26. Imagem sonográfica sobre batimetria que apresenta registro de fundo consolidado na região onde se pretende instalar o canal de acesso (navegação).	37
Figura 27. Canal de acesso com largura de 80 metros e aproximadamente retilíneo para acesso ao Terminal Mar Azul.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Especificações do sistema de sonar de varredura utilizado no presente estudo.....	19
---	----

ESTUDOS DE BATIMETRIA E SONOGRAFIA NO CANAL DE ACESSO E ÁREAS DE BERÇO DO SÍTIO PREVISTO PARA A INSTALAÇÃO DO TERMINAL MARÍTIMO MAR AZUL – SÃO FRANCISCO DO SUL, SANTA CATARINA

SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório apresenta os resultados dos levantamentos batimétrico e sonográficos realizados entre os dias 24 a 31 de janeiro de 2012 pela MAR TETHYS Levantamentos Oceanográficos e Estudos Ambientais Ltda., nas áreas de interesse do Terminal Marítimo Mar Azul, baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC.

Os Levantamentos Hidrográficos (LH) - categoria B realizados na área de estudo atendem à Portaria 121/MB/2003 da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), que dispõe sobre instruções para controle dos levantamentos hidrográficos pela Marinha do Brasil, conforme autorização concebida sob o nº 013/2012, em 16 de janeiro de 2012.

Os levantamentos hidrográficos foram realizados na área de influência da instalação do Terminal Marítimo Mar Azul, incluindo as áreas de atracação, bacia de evolução, e canal de acesso ao empreendimento, sendo aplicados distintos métodos focados nos seguintes objetivos principais: (1) a sondagem batimétrica teve como objetivo a identificação de altos fundos e o reconhecimento das profundidades no canal de acesso e das áreas para a instalação e operação do empreendimento; (2) a investigação com sonar de varredura lateral teve como objetivo o imageamento do fundo marinho na área de instalação do empreendimento e no canal de navegação, auxiliando também na identificação de altos fundos e do substrato marinho. Os resultados destes levantamentos de campo incluem uma descrição dos levantamentos de batimetria e sonar de varredura lateral na área de influência da instalação do empreendimento, e sugestões referentes às interpretações destes resultados.

São apresentados como produtos deste estudo os dados brutos XYZ e XTF, respectivamente, referentes aos levantamentos batimétricos e sonográficos, e mapas de contornos em 2D, georreferenciados, em escala de 1:18.000, plantas em arquivo CAD com as cotas encontradas em escala de 1:5000. Todos os arquivos estão referenciados ao sistema de coordenadas UTM, zona 22S e ao DATUM "WGS-84".

Em anexo segue CD contendo os arquivos digitais citados abaixo:

- ✓ Planta batimétrica em formato AutoCAD (*.dwg);
- ✓ Arquivo xyz;
- ✓ Mapa batimétrico;
- ✓ Relatório Técnico/Documentos.

Anexos impressos:

- ✓ Relatório Técnico;
- ✓ Planta Batimétrica impressas em A0;
- ✓ Mapa batimétrico impressos em A3.

1. INTRODUÇÃO

A MAR TETHYS Levantamentos Oceanográficos e Estudos Ambientais Ltda., inscritas sob o nº 275/11 no Cadastro de Entidades Extra Marinha Executante de Levantamentos Hidrográficos, contratada pela empresa MAR AZUL Logística, Armazenamento, Terminais e Transporte S/A, apresenta o Relatório Técnico correspondente a aquisição de dados batimétricos e de sonar de varredura lateral realizados entre os dias 24 a 31 de janeiro de 2012. Estes estudos foram realizados tendo por objetivos o reconhecimento das profundidades e características do fundo marinho na área de instalação do Terminal Marítimo Mar Azul, de sua bacia de evolução, assim como o canal de navegação projetado para o acesso ao empreendimento. Os levantamentos batimétricos e sonográficos foram realizados nas datas descritas abaixo:

- Dia 23 de janeiro de 2012: mobilização da equipe para São Francisco do Sul, com o objetivo de realizar os levantamentos batimétricos e sonográficos.
- Dia 24 de janeiro de 2012: início dos levantamentos batimétricos.
- Dias 25 a 28 de janeiro de 2012: continuidade dos levantamentos batimétricos.
- Dia 29 de janeiro de 2012: conclusão dos levantamentos batimétricos.
- Dia 30 de janeiro de 2012: início dos levantamentos sonográficos.
- Dia 31 de janeiro de 2012: conclusão dos levantamentos sonográficos e desmobilização da equipe.

2. LOCALIZAÇÃO

A área hidrografada, correspondente às áreas de influência da instalação do empreendimento Terminal Marítimo Mar Azul, juntamente com o canal de acesso projetado, está localizada na baía da Babitonga, situada entre a Ilha de São Francisco do Sul e o Município de Itapoá, porção norte do litoral de Santa Catarina (Figura 1).



Figura 1. Localização da baía da Babitonga, a noroeste da Ilha de São Francisco do Sul e a Sul. Fonte: DNIT/IME, 2004.

A baía da Babitonga está situada próxima às encostas da Serra do Mar e recebe a contribuição de diversos rios, com destaque para os rios Cubatão do Norte, Cachoeira, Palmital e Parati. Em sua porção norte, possui ligação com o Oceano Atlântico através de uma barra principal com uma abertura de aproximadamente 1.850 metros situada entre a Praia Figueira do Pontal, no Município de Itapoá, e a Praia do Capri, no Município de São Francisco do Sul (DNIT/IME, 2004). A boa navegabilidade da região pode

ser conferida através de presença dos portos de São Francisco do Sul e Itapoá, ambos compartilhando a rota de navegação que liga o interior da baía da Babitonga e o oceano Atlântico.

A geologia regional que abrange a baía da Babitonga é compreendida por dois sistemas principais: (1) o Sistema Cristalino, composto por embasamento rochoso constituído, principalmente, de rochas granitóides e associações menores de quartzitos, xistos e gnaisses e; (2) o Sistema Depositional Costeiro, que compreende os depósitos sedimentares formados principalmente durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno. Este último representa 83,6% da composição geológica emersa regional (POSSAMAI *et al.*, 2010). Os sedimentos de fundo da Baía da Babitonga são compostos predominantemente por areias e areias lamosas em suas margens, áreas mais profundas e próximas a ilhas rochosas interiores onde também há a ocorrência de cascalhos, e por lamas em suas porções mais internas próximas a regiões de baixa energia (VIEIRA *et al.*, 2008).

A área abrangida no levantamento hidrográfico foi de aproximadamente 4,14 km² tendo como limites geográficos da área de trabalho os paralelos 26°13'37"S e 26°16'15"S e meridianos 048°38'29"W e 048°40'35"W. Um mapa com a localização geográfica da área de estudo é apresentado na Figura 2, o polígono amarelo delimita a área varrida nos levantamentos hidrográficos.

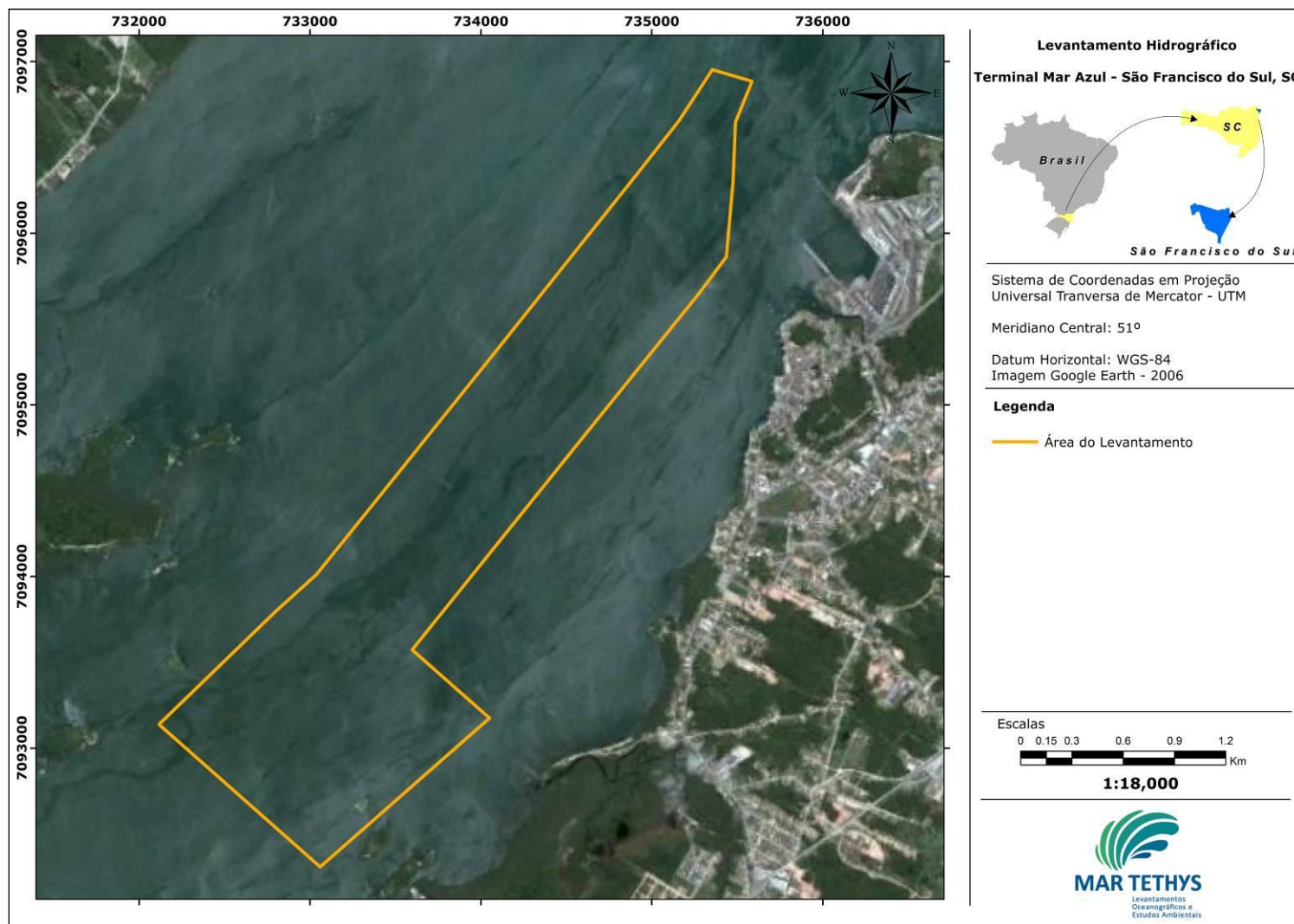


Figura 2. Localização da área de estudo. Polígono em amarelo delimitando a área coberta pelo estudo hidrográfico.

3. METODOLOGIA APLICADA NO LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO E SONOGRÁFICO

3.1. Equipamentos e aplicativos utilizados no levantamento batimétrico e sonográfico.

Os serviços descritos neste relatório incluem os levantamentos batimétricos e sonográficos tendo sido utilizados os equipamentos e aplicativos listados abaixo:

O posicionamento durante o levantamento batimétrico foi realizado com um DGPS do fabricante *Tech Geo* – Modelo GTR-G2 (<http://www.techgeo.com.br/>) com posicionamento corrigido pelo sistema *OmniStar In land*;

A batimetria foi executada utilizando-se de um ecobatímetro Odom (<http://www.odomhydrographic.com>) de dupla frequência (200/24 KHz) modelo ECHOTRAC CVM;

Os dados sonográficos foram obtidos através do uso de um sonar de varredura lateral (*Sonar Side Scan - SSS*) fabricante Imagenex – Modelo Sportscan dual dupla frequência 330 kHz / 800 kHz (http://www.imagenex.com/Sportscan_Specs.pdf);

Para a navegação, aquisição e pós-processamento dos dados de batimetria e sonar de varredura lateral utilizou-se o *software* de navegação Hypack™MAX® (<http://www.hypack.com>) da *Coastal Oceanographics, Inc.*

A interpolação, espacialização de dados e confecção dos mapas foi realizado utilizando os *softwares* *Surfer*®9 (*Golden Software*) e *ArcGis*®10 (*ESRI*).

A confecção de pranchas 2D em formato **dxf* foi realizada no Autocad® da Autodesk.

Para a realização dos levantamentos batimétrico e sonográfico foi utilizada uma embarcação do tipo inflável com motor de popa denominada "Ouro do Mar", com registro na Capitania dos Portos de São Francisco do Sul – Santa Catarina.

3.2 Descrição dos serviços de campo

A execução dos levantamentos batimétricos e sonográfico envolveu uma fase inicial de planejamento e preparação, com o objetivo de garantir a qualidade dos dados. Nesta etapa de planejamento e de levantamento de campo contou-se com o software Hypack™ MAX® da Coastal Oceanographics, Inc (www.hypack.com), específico para navegação e aquisição de dados geofísicos.

Este serviço abrangeu uma área de aproximadamente 4,14 km² durante os levantamentos batimétricos e sonográficos, no período compreendido entre os dias 24 a 31 de janeiro de 2012.

O planejamento do levantamento batimétrico contou com um plano de linhas com espaçamento de 20 metros entre si no sentido transversal (*tealines*) à área de estudo (Figura 3).

Para a execução da sonografia o espaçamento entre as linhas foi de 50 metros entre si, a fim de atingir 100% de cobertura da área com sonar de varredura lateral (Figura 4), e desta forma, possibilitar o mapeamento do fundo marinho.

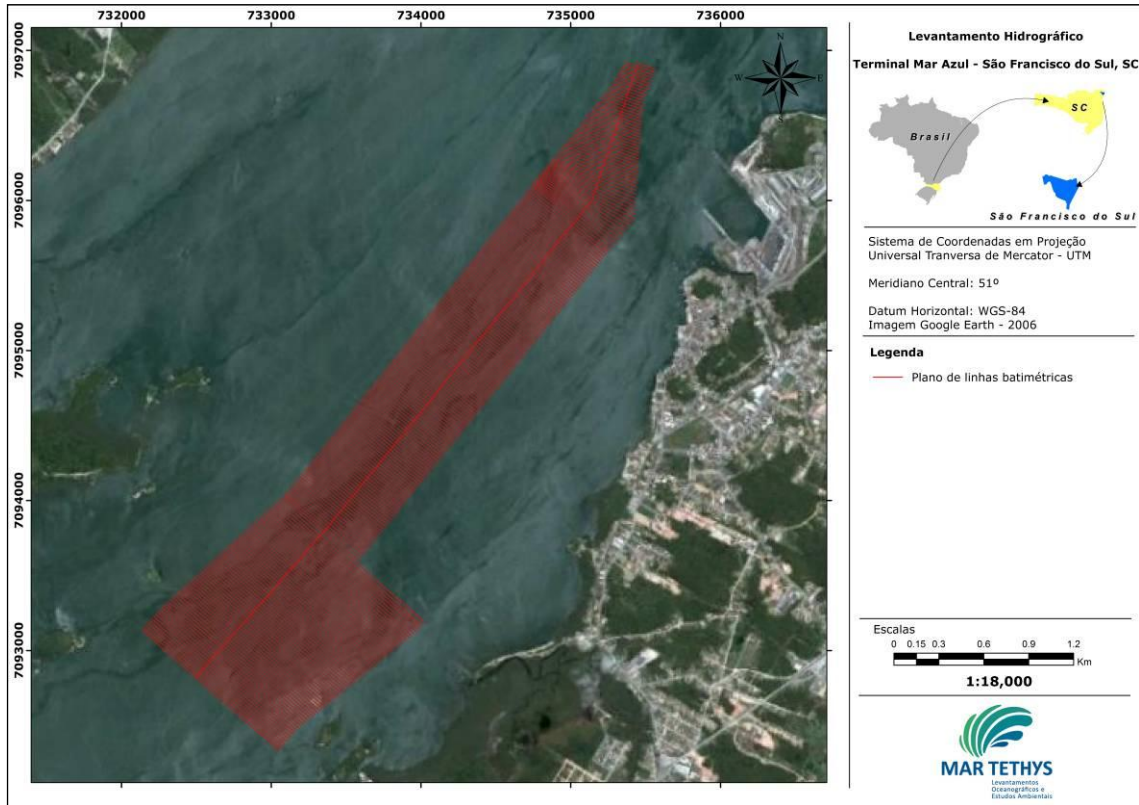


Figura 3. Plano de linhas executado no levantamento batimétrico.

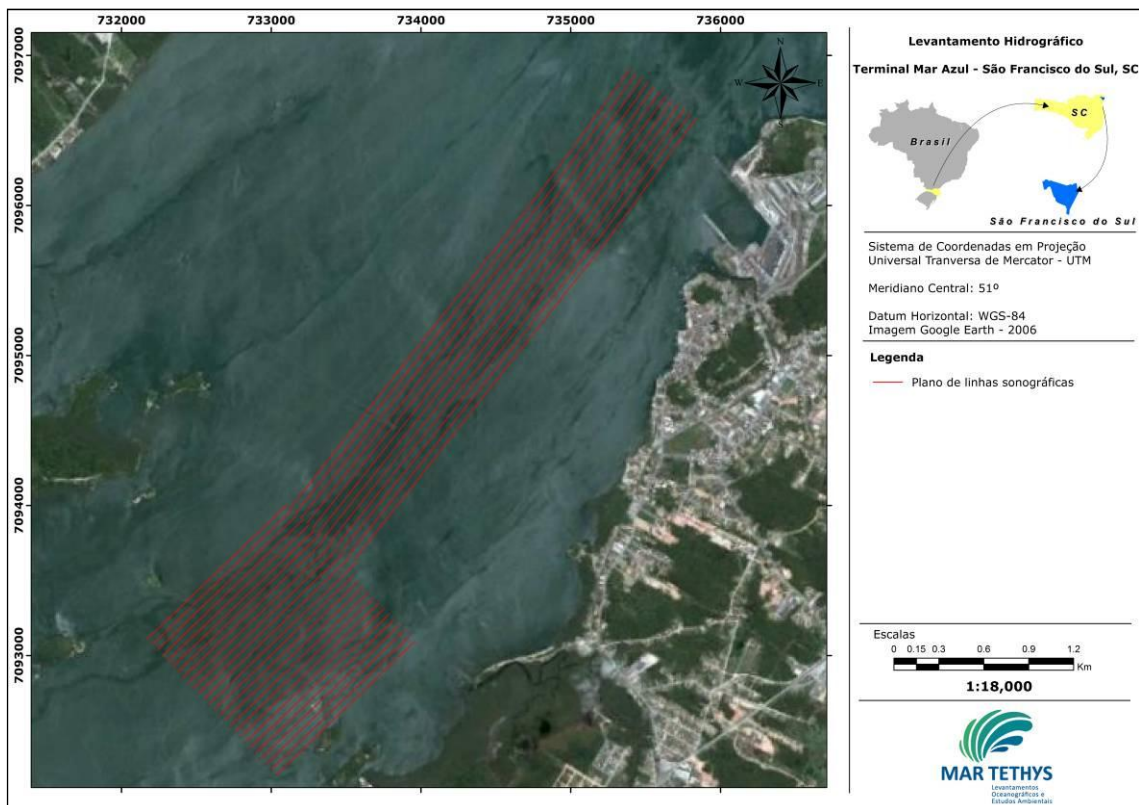


Figura 4. Plano de linhas executado no levantamento sonográfico com sonar de varredura lateral de dupla frequência (330/800 kHz).

3.3 Levantamento Hidrográfico - Batimetria

Os dados batimétricos foram obtidos com emprego de ecobatímetro da ODOM - modelo ECHOTRAC CVM de alta resolução (200 KHz de frequência) (Figura 5), com ecograma digital. O equipamento foi acoplado a um microcomputador de bordo, o que permite o registro digital dos dados em arquivo para posterior processamento. A adequação do equipamento à embarcação permite que a navegação seja realizada com precisão sobre as linhas pré-determinadas.



Figura 5. Ecobatímetro ODOM/ECHOTRAC™ - com microcomputador que permite o registro dos dados, instalado na embarcação.

O posicionamento da embarcação durante as sondagens foi realizado através do emprego de sistema DGPS que possui correção diferencial banda larga com uma antena *OmniStar HP* com precisão submétrica de 10 cm (Figura 6).



Figura 6. Sistema de posicionamento global DGPS - O GTR-G2, receptor GNSS de alto desempenho.

Os levantamentos foram referenciados ao sistema de coordenadas UTM (Sistema Universal Transverso de Mercator) e ao DATUM WGS-84 Zona 22S (Figura 7).

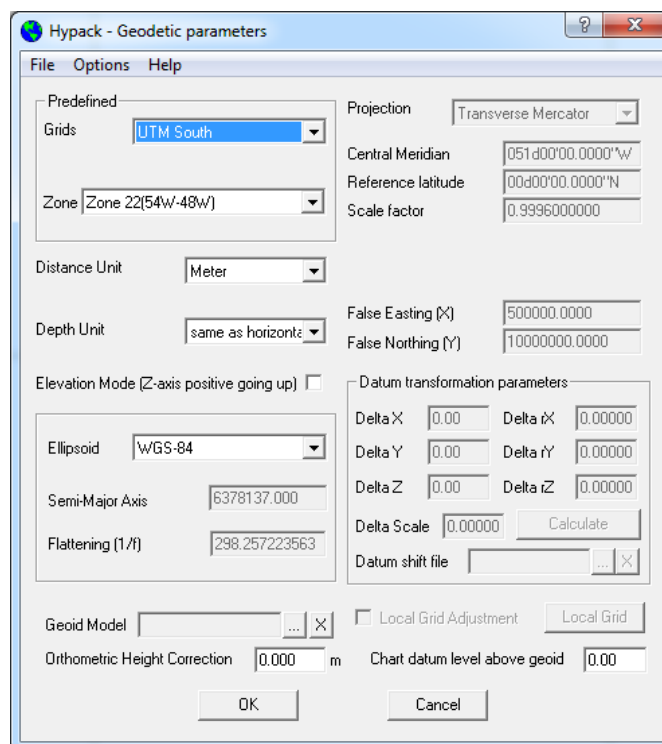


Figura 7. Configuração dos parâmetros geodésicos adotados nos levantamentos batimétricos.

Através do software Hypack™ MAX (*Data Acquisition Computer with Software*) instalado no microcomputador de bordo, os arquivos gerados pelo ecobatímetro são compatibilizados com os arquivos de posicionamento, o que consiste em obter do arquivo do DGPS as coordenadas com data e horário igual à profundidade do arquivo do ecobatímetro.

Observa-se que anteriormente e após a execução dos levantamentos foi realizada a aferição do transdutor de 200 KHz, Antes do início das sondagens, procedeu-se a calibração do transdutor através da utilização de um anteparo com cerca de 0,60 metros de diâmetro (disco de aferição) e uma ferramenta do *software* conhecida como "Barcheck".

Devido ao erro de sincronismo (latência) entre o sistema de posicionamento (DGPS) e o ecobatímetro, procedeu-se o "teste de latência" para os receptores integrados, com a utilização do programa Hypack™MAX®. A

latência entre o sistema de posicionamento e o ecobatímetro acarreta em um deslocamento das sondagens ao longo da linha percorrida, em função da diferença de tempo entre o instante da profundidade observada e a saída da informação de posição, após o processamento pelo receptor GPS. O erro corrigido foi de 0,20 segundos (Figura 8).

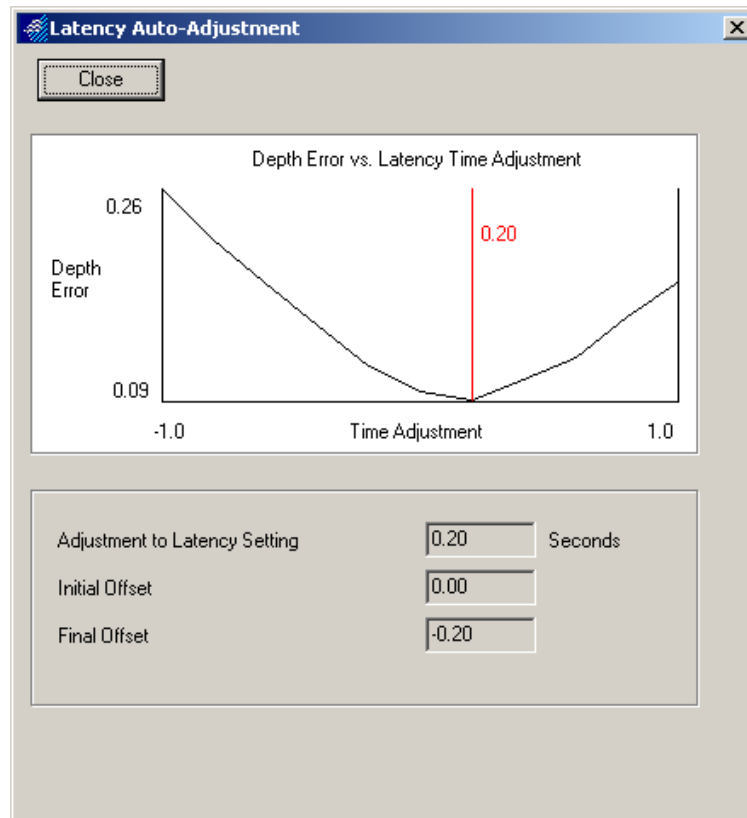
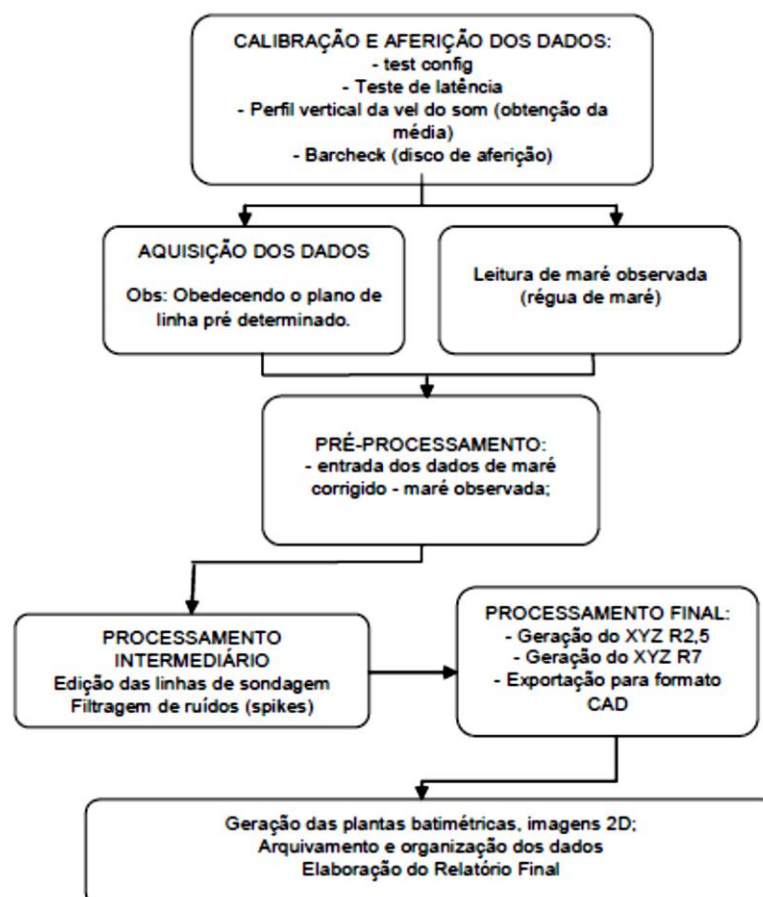


Figura 8. Resultado do teste de latência utilizado na correção do sincronismo.

3.4 Processamento dos dados de batimetria

Os dados obtidos durante o levantamento foram pré-processados no campo, para verificar qualquer irregularidade durante a aquisição e, se necessário, serem refeitos em tempo. Posteriormente, utilizando-se os módulos de processamento do software Hypack™MAX®, procedeu-se primeiro a redução das variações do nível do mar (preamar e baixamar) sendo realizada em intervalo de 10 em 10 minutos para correção da maré em relação ao zero do DHN para o local. Na sequência a eliminação dos dados espúrios. O padrão adotado no processamento dos dados foi o de não utilizar quaisquer métodos de pré-filtragem que pudessem descaracterizar o levantamento (Figura 9). Após o processamento dos dados foram editados e posteriormente gerados os arquivos *.xyz. Os modelos 2D foram interpolados no software ArcGIS® 10 pelo método "natural neighbour". Abaixo um diagrama de fluxo apresentando de forma geral o desenvolvimento das atividades do levantamento batimétrico.



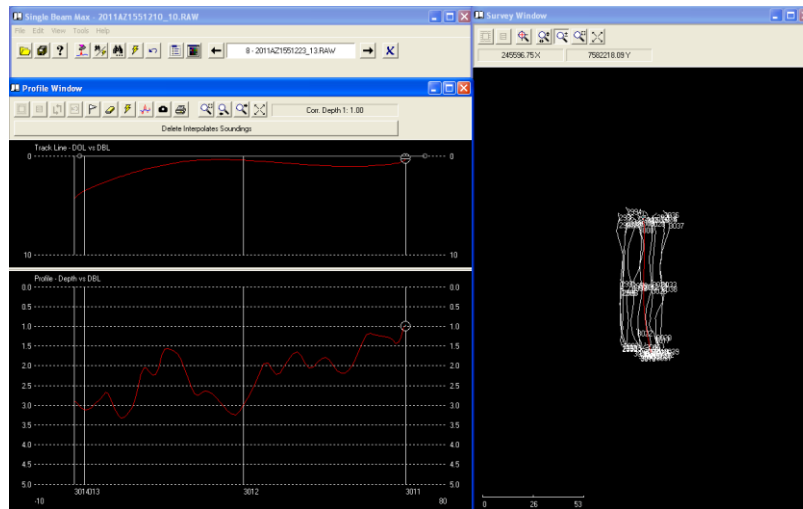


Figura 9. Janela do módulo de processamento do *software* Hypack, onde se procedeu a eliminação de dados espúrios.

3.5 Sonar de Varredura Lateral – Sonar Side Scan - SSS

O sistema de sonar de varredura lateral (sonografia) se baseia na transmissão de um sinal acústico por um transdutor e sua reflexão pelo fundo marinho, retornando ao transdutor, onde é transformado em pulso elétrico e registrado eletronicamente. Essa reflexão se dá em função da textura e morfologia do fundo, da granulometria e grau de compactação dos sedimentos.

O sonar de varredura utilizado neste estudo (Figura 10) é um sistema versátil, hidrodinamicamente estável, que contém transdutores necessários para gerar e receber sinais de sonar. O sistema é adequado para operação em águas rasas costeiras até a profundidade de 100 metros. O modelo Sportscan opera nas frequências 330 kHz e 800 kHz. Neste caso, tratando-se de profundidades rasas, utilizou-se alta frequência (*high frequency*), ou seja, 800 KHz (Tabela 1).

Tabela 1. Especificações do sistema de sonar de varredura utilizado no presente estudo.

Item	Especificação
Frequência (kHz)	330 / 800 kHz
Largura do Feixe	1.8° x 30° / 0.7 x 60°
Profundidade Máxima (m)	300 metros
Diâmetro (cm)	11,4 cm
Comprimento (cm)	83 cm
Velocidade Ideal para Reboque (nós)	5 nós
Peso (kg)	4,5 kg



Figura 10. Sistema de sonar de varredura Lateral, utilizado nesta campanha modelo "SPORTSCAN"

3.6 Processamento de dados de sonografia

Os registros obtidos foram processados no software Hypack em seu módulo de edição e processamento de imagens *side scan*, onde é possível gerar o mosaico dos sonogramas obtidos (Figura 11), bem como aplicar filtros, extrair ruídos, melhorar a nitidez da imagem e obter um detalhamento maior dos sonogramas a procura de refletâncias que indiquem detritos de origens desconhecidas ou não, elevações no fundo marinho ou substratos consolidados (Figura 12).

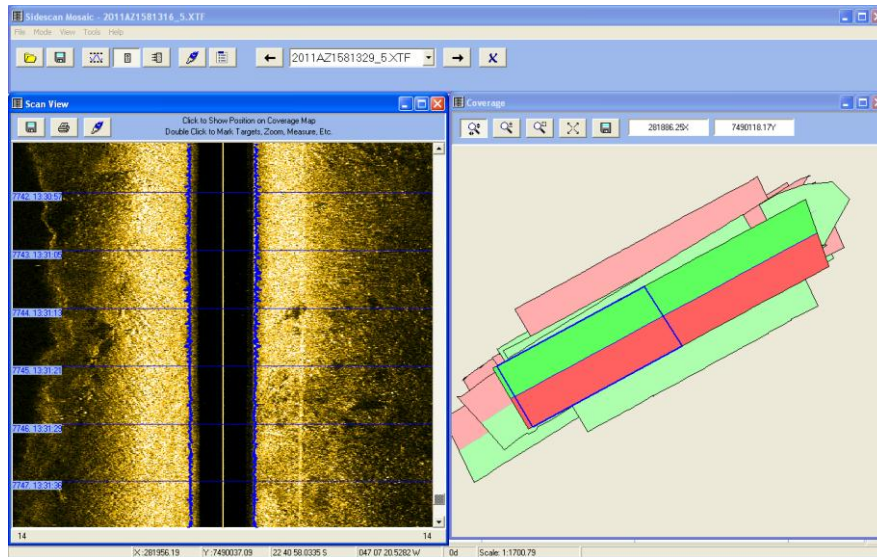


Figura 11. Janela do software Hypack, módulo de geração de mosaicos.

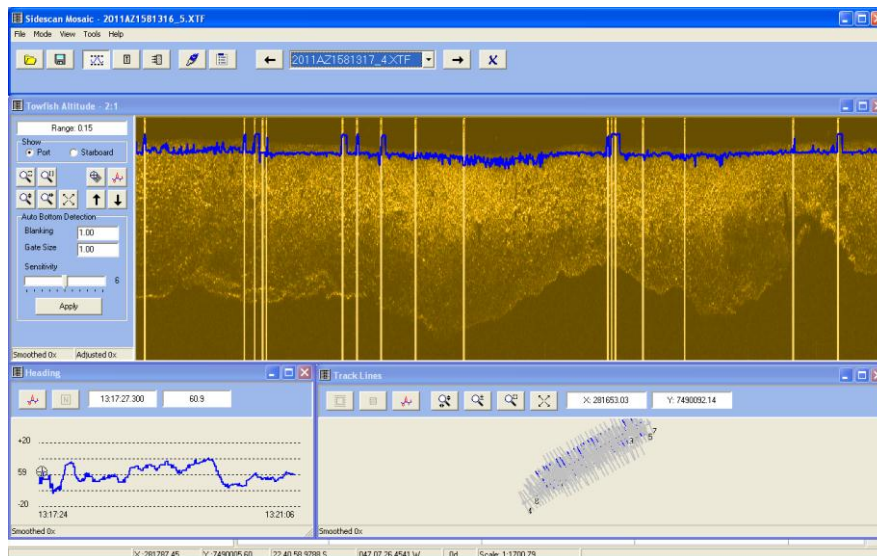


Figura 12. Janela do software Hypack, módulo de processamento de sonogramas.

3.7 Arranjo dos equipamentos (*Offsets*)

O arranjo dos equipamentos (*offsets*) (Figura 13) batimétricos na embarcação "Ouro do Mar" foi realizado em relação à posição da antena DGPS e a posição e profundidade do transdutor, sendo referenciadas partindo do mesmo ponto, ou seja, a mesma haste que sustenta a antena do DGPS é a mesma que serve de suporte para o transdutor. Desta forma, o *offset* foi zero (0,0). Para o sonar de varredura lateral (*side scan sonar*) foram calculados os *offsets* referenciados em relação à posição da antena DGPS. Os *offsets* foram configurados para 1,5 metros para boreste e 3 metros em direção à popa da embarcação (Figura 14).

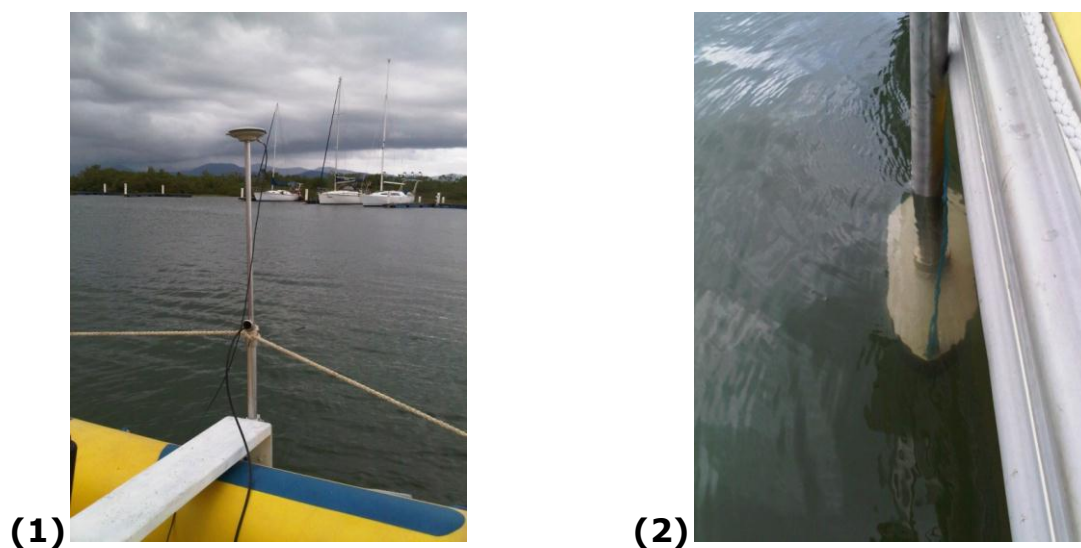


Figura 13. Os *offsets* entre a embarcação de sondagem, altura da antena GPS-diferencial (1) e transdutor (2).

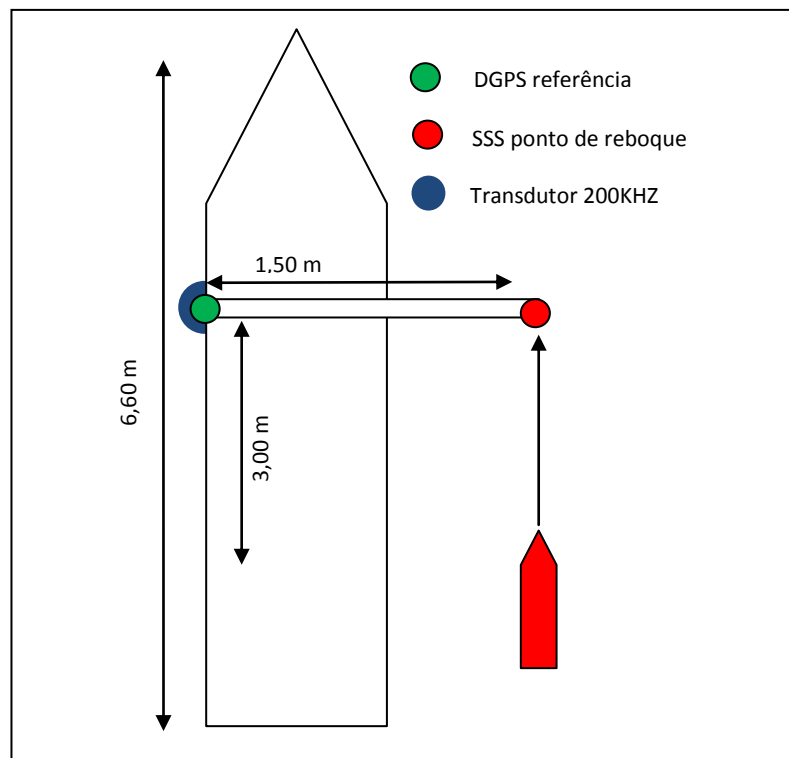


Figura 14. Diagrama dos *offsets* de instalação e *layback* do sistema de posicionamento por satélite dos equipamentos hidroacústicos.

3.8 Correção dos Níveis de Maré

Os valores de batimetria coletados foram reduzidos ao Nível de Redução (NR) adotada pela Marinha – DHN para o local. Para a obtenção das variações do nível de maré, procedeu-se a leitura da régua de maré que foi instalada no cais do Clube Náutico Cruzeiro do Sul em São Francisco do Sul, esta foi nivelada a partir do RN-4 do DHN existente neste mesmo cais, conforme descrito na F-41 1804 – 002/01 (Figura 15).

Estes dados também foram comparados com os componentes astronômicos de maré, a partir das previsões elaboradas no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), estando desta forma referenciada ao nível zero da DHN, *datum* vertical Imbituba. A validação destes dados de maré foi também realizada correlacionando estes dados com os dados de um ADCP, o qual se encontrava instalado na área no mesmo período dos levantamentos hidrográficos. A defasagem entre a maré prevista e a maré observada e validade pode ser visualizada no gráfico da Figura 16.

60 225		F-41		DESCRÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA		F-41 - Padrão - Clube Náutico Cruzeiro do Sul - 60225 - Versão 1/2009	
Estação Clube Náutico Cruzeiro do Sul		Estado SC		Localidade São Francisco do Sul		F - 41 - 1804 -002/01	
LH 011/01 Carta N.º. 1804 - Porto de São Francisco do Sul		Navio CAHO 2001		Ano 2001			
Coordenadas geográficas: Lat 26° 14',7 S Long 048° 38',5 W Datum Fuso +3		O nível de redução está 114,3 centímetros acima do zero da régua de 2001. Fonte de informação: Análise estatística e harmônica de 60 dias de observação da maré. Tipo de mareógrafo: Linógrafo diário. Escala 1:20. Zero do mareógrafo: Corresponde com o zero da régua.					
Descrição das réguas de marés Régua de madeira de 5 m de comprimento, graduada de 10 em 10 cm. Esta ficha foi compilada das F-41-1804-001/01, F-41-1804-001/02, F-41-1804-004/04 e F-41-1804-001/05 e atualizada em 28/10/2009.				Descrição das referências de nível RN2-DHN - Referência de Nível padrão DHN, encravada ao lado do Mastro da Bandeira, na Delegacia da Capitania dos Portos em São Francisco do Sul. Implantada em 1996. RN3-DHN - Referência de Nível padrão DHN, encravada ao lado do Guindaste do Pier da Delegacia da Capitania dos Portos em São Francisco do Sul. Lat. 26° 14' 40",2989 S Long. 048° 38' 27", 1390 W - Alt. Elips. 2,1530 m (F-21-1804-015/01). Implantada em 1996. RN4-DHN (Clube Náutico Cruzeiro do Sul) - Referência de Nível padrão DHN, está fixada próxima à piscina do Clube Náutico Cruzeiro do Sul. Implantada em 2001. RN5-DHN - Final do refatório das Praças, dentro da Delegacia, à esquerda de quem olha para a porta de entrada. Implantada em 2009.			
DHN-6016-A		Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em LH-011/01 (RA: 006/02) Documento de referência LH-006/02 (RA: 029/03) LH-005/04 (RA: 109/05)		Pessoal que tomou parte na montagem Equipe de 2001: CAHO - 2001 Equipe de 2009: CT Bórba - Prof. Geraldo 1T Antonio - 1T Fernandes - 1T Nascimento - 1T Neves Chefe da equipe: Prof. Geraldo Chefe da equipe: CF José Manoel			
Diagrama 				Esquema 			
Observações 1. Período de observação para obtenção dos elementos de maré: 22/09/2001 a 20/11/2001. 2. A análise foi efetuada usando o método harmônico, sendo os dados processados pelo BNDO.							

Figura 15. Monografia do NR (nível de referência) onde constam informações referentes ao NR utilizados para correção dos fluxos e refluxos da maré durante o LH, realizados no canal interno do Porto de São Francisco do Sul, baía da Babitonga, Santa Catarina.

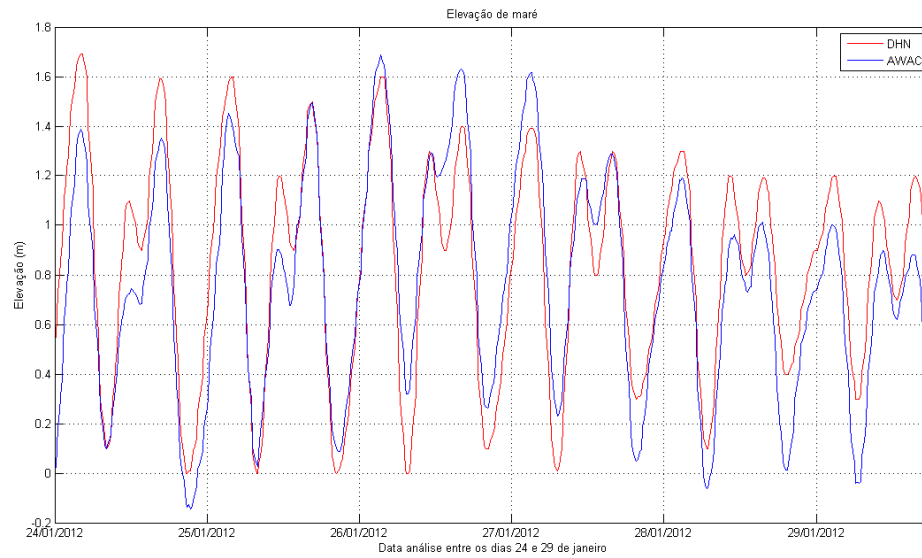


Figura 16. Gráfico comparativo entre as componentes astronômicas de marés fornecidas pela DHN e os dados obtidos através de equipamento instalado na região, durante o período do levantamento batimétrico.

4 RESULTADOS OBTIDOS NOS LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

4.1 Batimetria

As linhas percorridas durante o levantamento podem ser observadas na Figura 17 e o contorno batimétrico 2D da área hidrografada pode ser observado na Figura 18.

Profundidades máximas de até 22.7 metros foram observadas na região mais externa do canal hidrografado, em frente ao Porto de São Francisco do Sul. A partir deste ponto em direção ao sítio previsto para a instalação do Terminal Marítimo Mar Azul, o canal de navegação possui profundidades variadas, sendo que para as profundidades de até 11 metros é possível projetar um canal de navegação de até 250 metros de largura, com um mínimo de 80 metros de largura, porém, aproximadamente retilíneo. Para profundidades de até 12 e 13 metros, esta largura diminui significativamente, impedindo assim a projeção de um canal de navegação retilíneo. Estes cenários podem ser visualizados na Figura 19. Outro cenário, com as profundidades realçadas para até 8 metros, de 8 a 9 metros, de 9 a 10 metros podem ser observados na Figura 20. Neste cenário, é possível observar que na área do canal, sua largura aumenta significativamente caso a profundidade necessária seja acima de 10 metros e evidencia altos fundos que se encontram, em sua maioria, nas margens do canal. Na área dos berços de atracação, é possível observar que as suas profundidades são sempre superiores a 8 metros. A natureza do substrato marinho será discutida no item a seguir.

Através de dados batimétricos do levantamento realizado no ano de 2007, é possível identificar que não houve mudanças significativas nas profundidades observadas, indicando estabilidade de altos fundos arenosos identificados nas margens do canal e manutenção das profundidades navegáveis ao longo dos anos seguintes. Desta forma, os cenários identificados acima não são resultado de variações erosivas/depositivas recentes. As profundidades observadas durante este levantamento pretérito podem ser observadas na Figura 21.

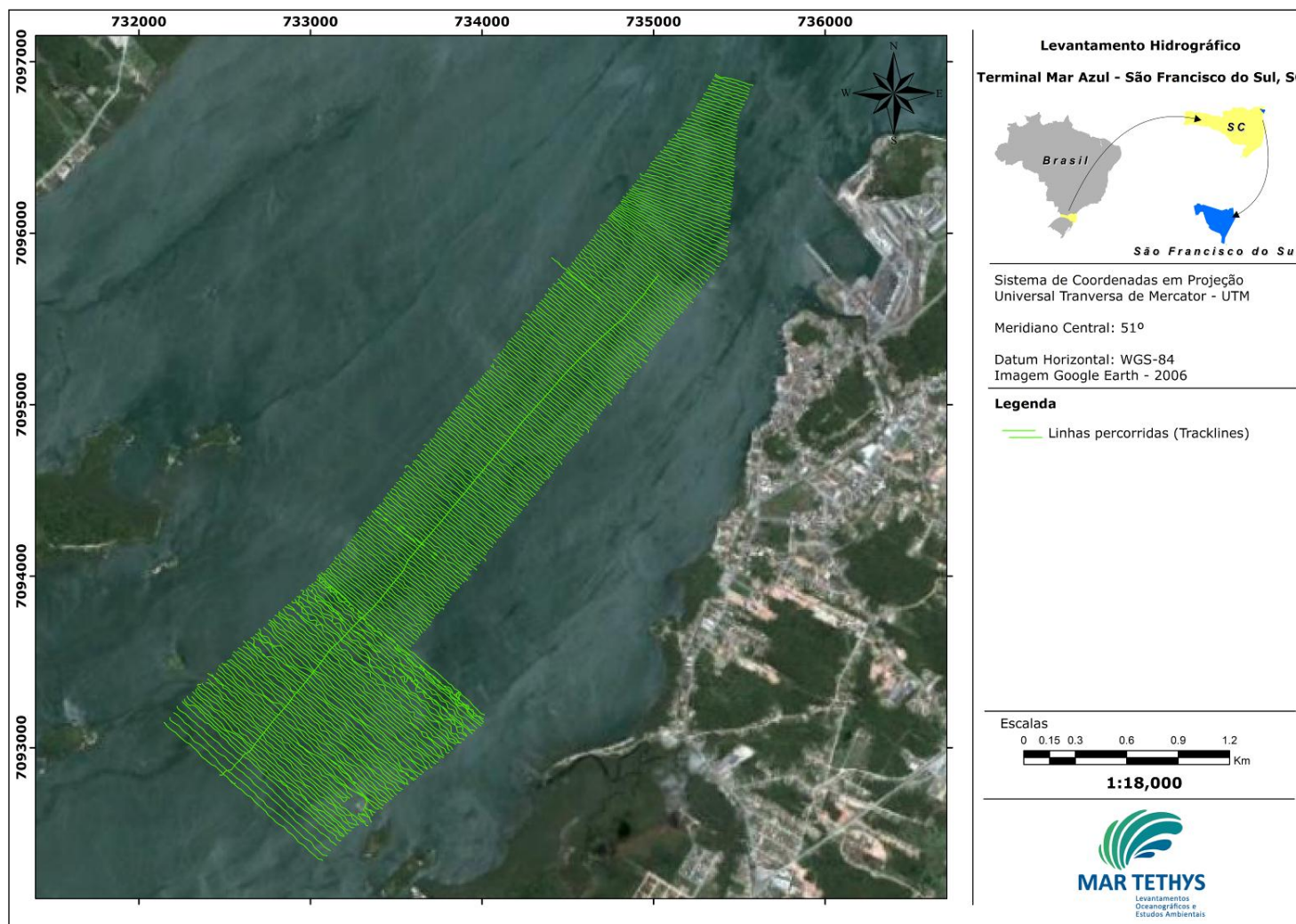


Figura 17. Linhas executadas durante o levantamento batimétrico.

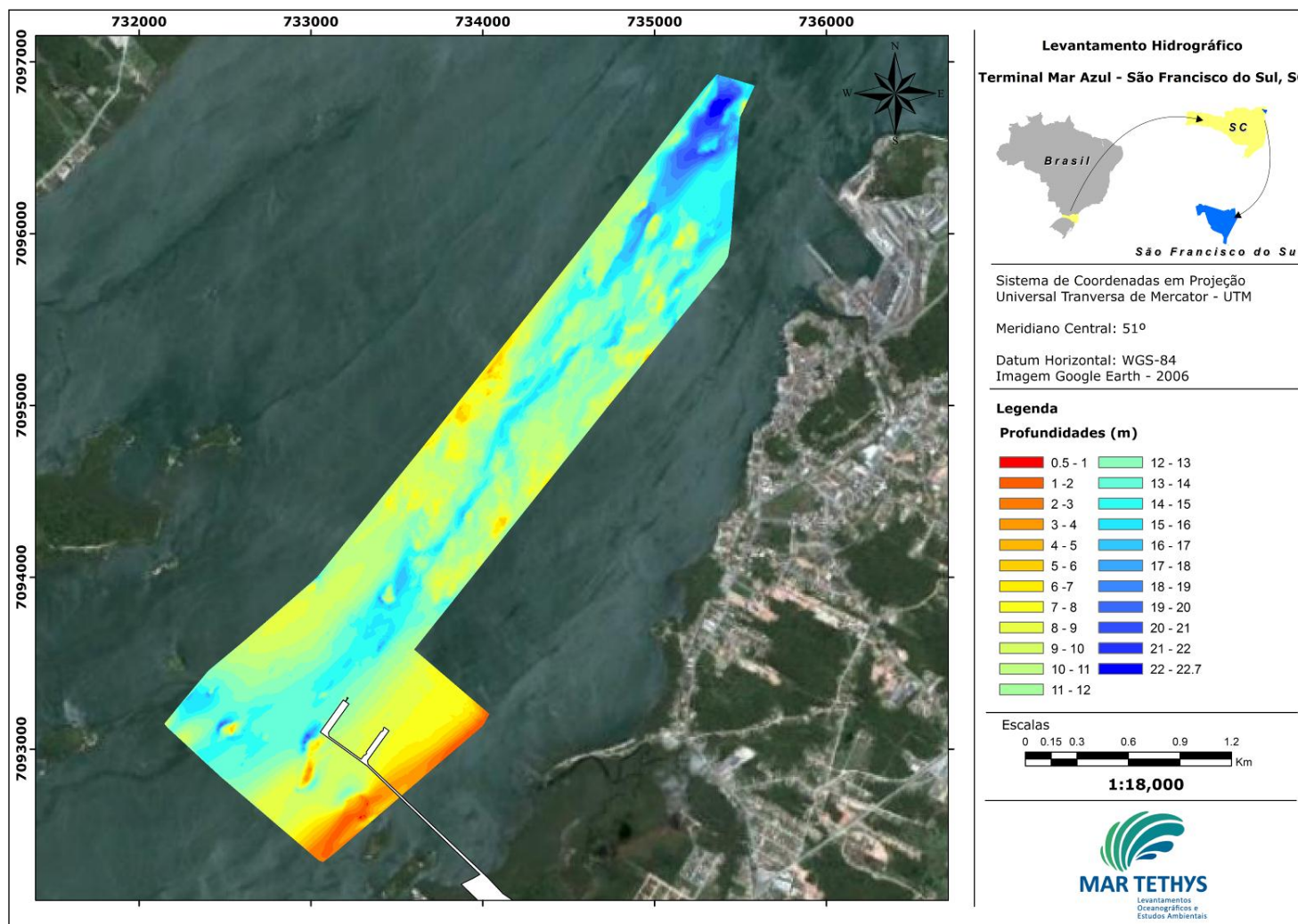


Figura 18. Contorno batimétrico referenciados ao *datum* vertical do DHN, obtidas na área de estudo.

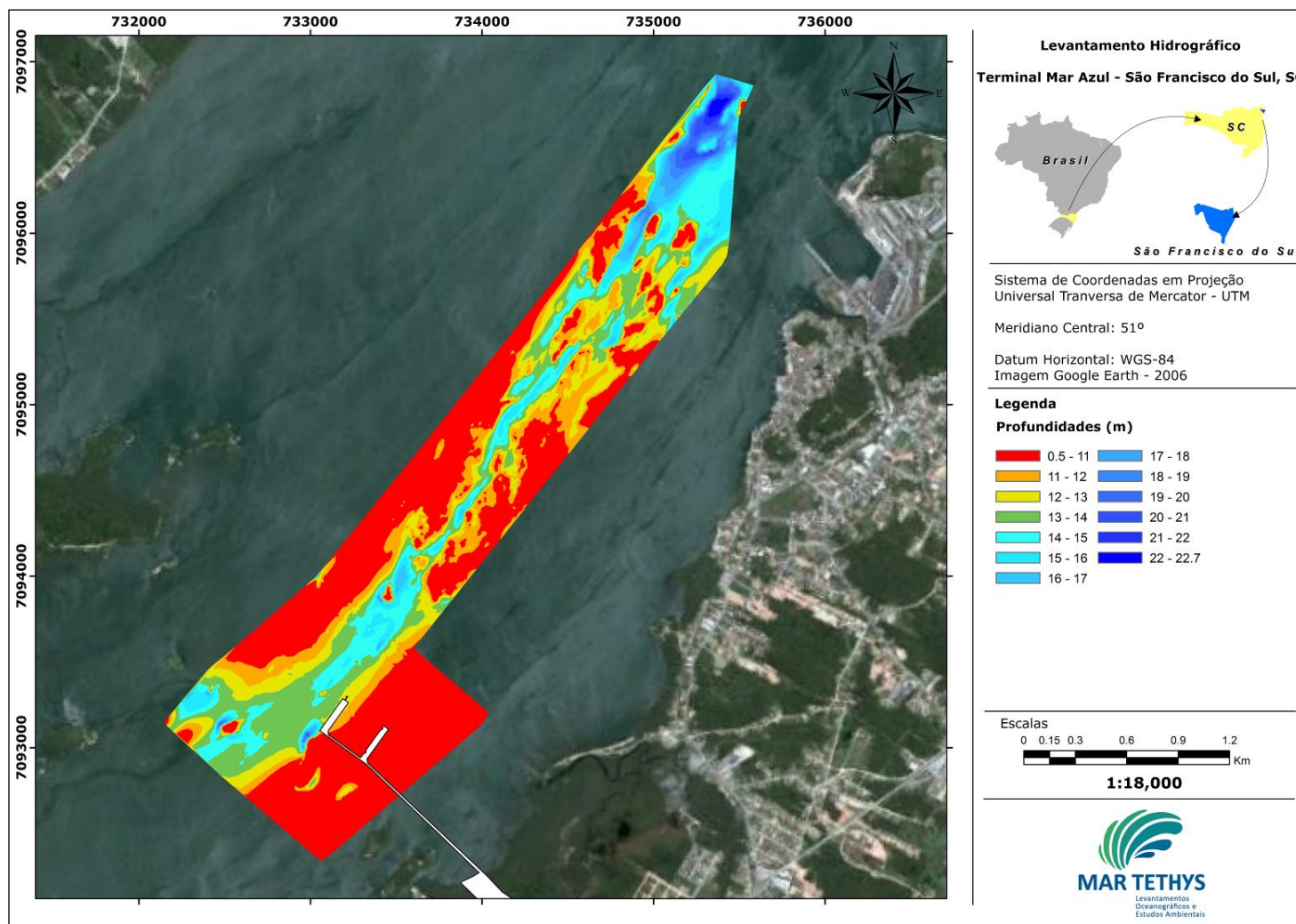


Figura 19. Cenários batimétricos para possíveis aprofundamentos no canal de acesso e área do empreendimento.

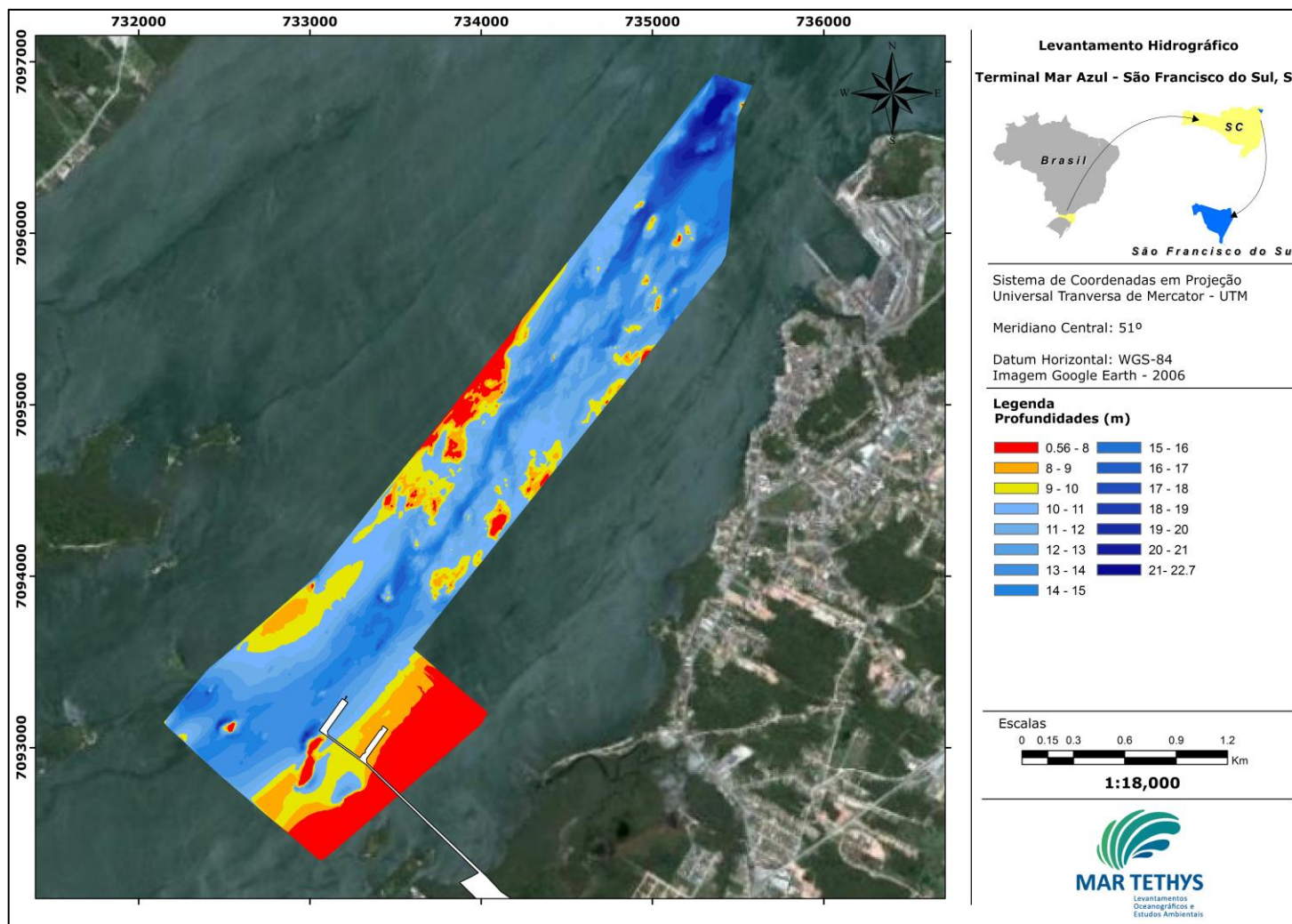


Figura 20. Cenários batimétricos na área de canal de acesso e área do empreendimento.

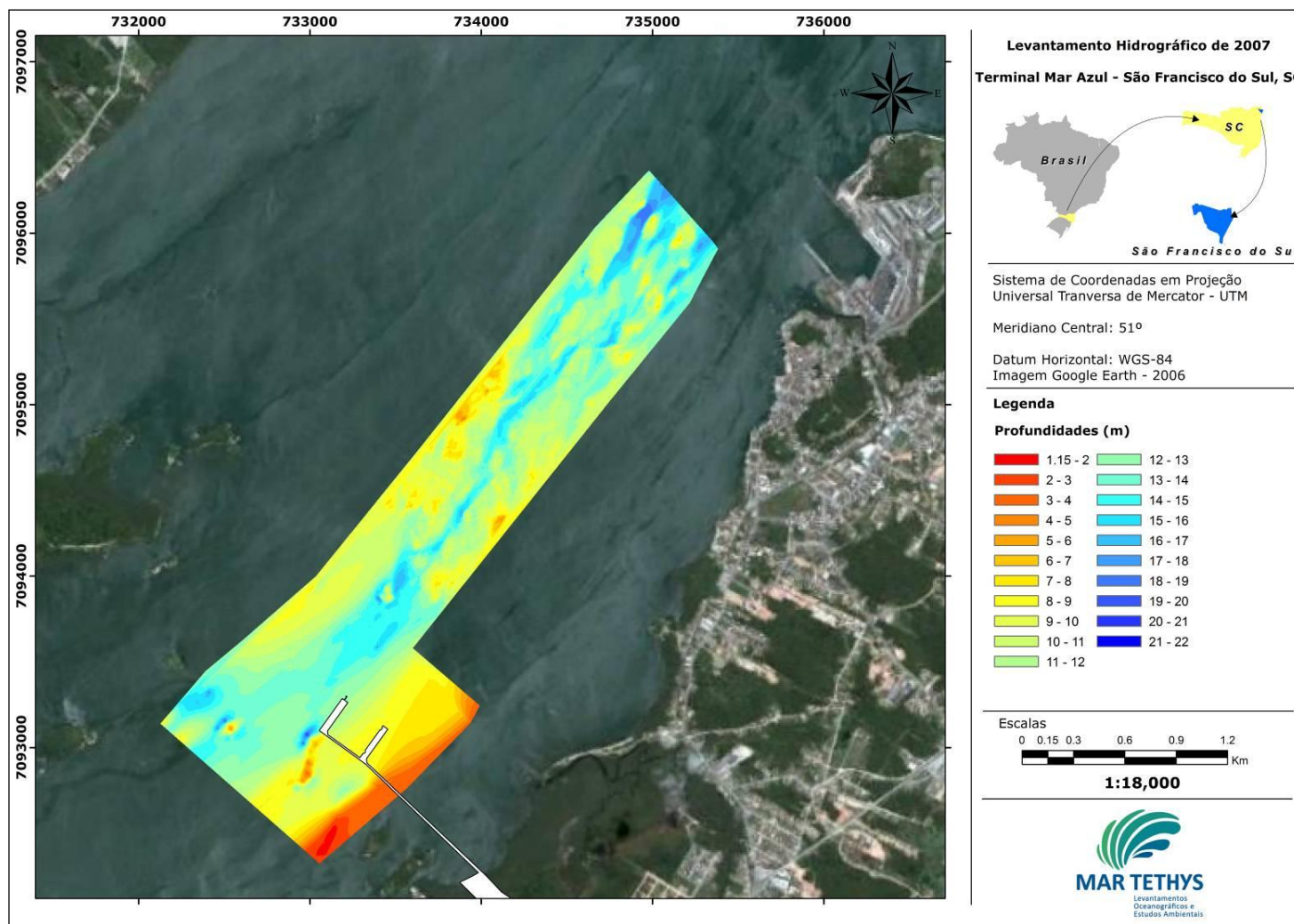


Figura 21. Contornos batimétricos obtidos no LH o ano de 2007.

4.2 Sonografia

Neste item são apresentados os resultados da prospecção sonográfica realizada através do sonar de varredura lateral 330 kHz de frequência no canal de acesso e área de influência do Terminal Marítimo Mar Azul. O mosaico do imageamento sonográfico pode ser visualizado na Figura 24.

Os resultados do levantamento sonográfico possibilitaram a identificação do tipo de fundo ao longo de toda área sonografada. Na maior parte da área estudada o fundo pode ser caracterizado como inconsolidado, composto por um misto de cascalho, areia grossa e lama. No entanto, deve ser destacada a presença significativa de altos fundos rochosos, devidamente sinalizados, que ocorrem na forma de afloramentos rochosos e lajes rentes ao substrato (Figura 22 e Figura 23).

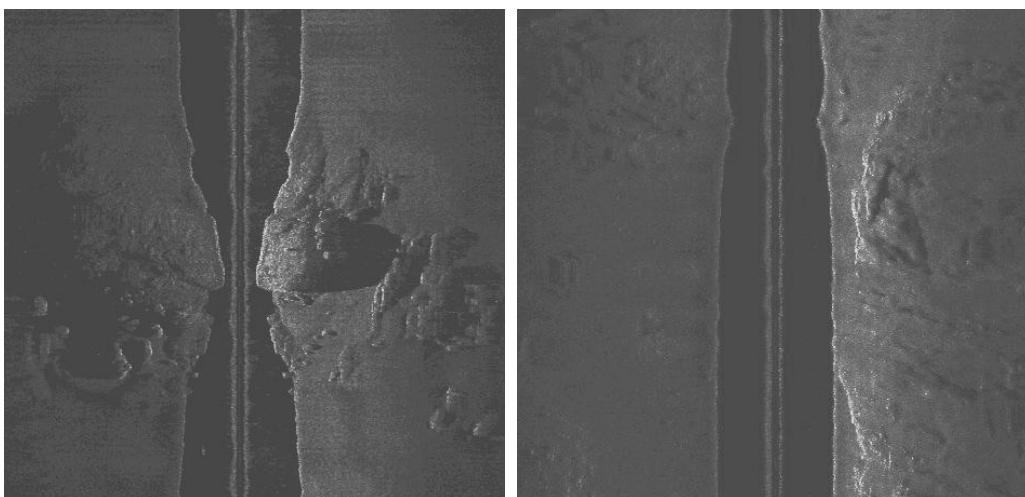


Figura 22. Característica do substrato de embasamento rochoso raso à esquerda e laje contínua profunda e rente ao substrato à direita.

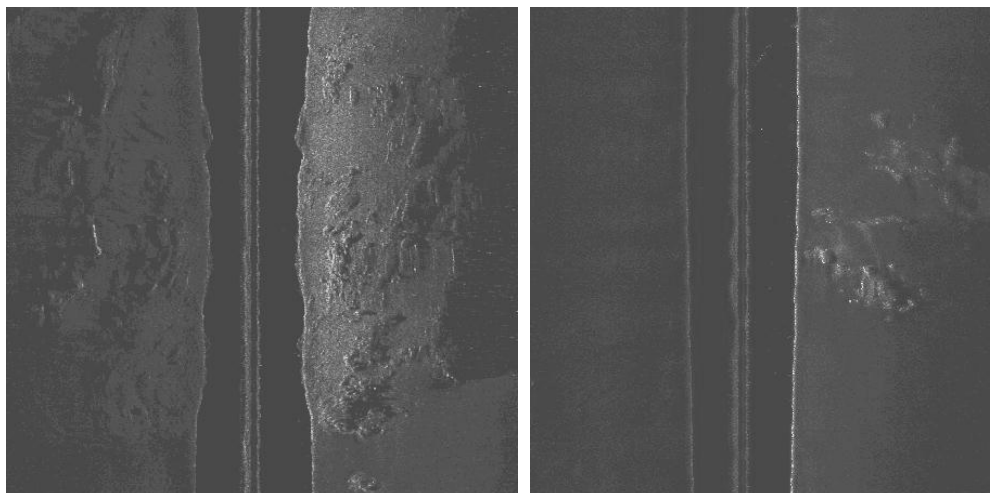


Figura 23. Característica do substrato, fragmentos de rochas espalhados no leito marinho à esquerda e pequenas rochas em meio a substrato areno-lamoso, à direita.

As características do fundo, tanto em sua composição como em sua profundidade, possuem relação direta com a presença destes substratos rochosos. No canal de acesso são observados substratos rochosos pouco profundos (Figura 25), em especial nas suas margens. Estes se estendem para as maiores profundidades (parte central do rio) na forma de lajes e fragmentos de rochas, podendo aflorar novamente em sua porção central. Como pode ser observado na Figura 25, a maioria destes substratos rochosos localiza-se em grandes profundidades e não representa perigos à navegação na área do canal de acesso. Substratos rochosos com pouca profundidade concentram-se nas margens do canal e encontram-se devidamente sinalizados.

Algumas vezes pode-se observar substrato cascalhoso com fragmentos de rochas espalhadas pelo leito marinho. De forma prática, isto significa que quaisquer intervenções para o aprofundamento do canal de navegação (*i.e.* para profundidades maiores que 11 metros) devem levar em consideração a realização de levantamentos sísmicos, a fim de identificar se estes afloramentos na porção central representam fragmentos de rochas isolados ou se indicam a continuidade de grandes estruturas em subsuperfície que afloram novamente nestas áreas. A partir das imagens de sonar de varredura lateral foi possível determinar a ocorrência de rochas e lajes de rochas em toda a área. Deve ser salientado que estes afloramentos rochosos podem possuir extensões maiores em subsuperfície, o que não pode ser detectado pelo

método geofísico aplicado. Ao mesmo tempo em que estas rochas representam uma limitação à navegação, aparentemente fornecem estabilidade para a manutenção do canal, uma vez que grandes profundidades foram observadas no sopé destas estruturas, indicando que o estrangulamento dos fluxos devido à presença das rochas favorece o desassoreamento nestas áreas.

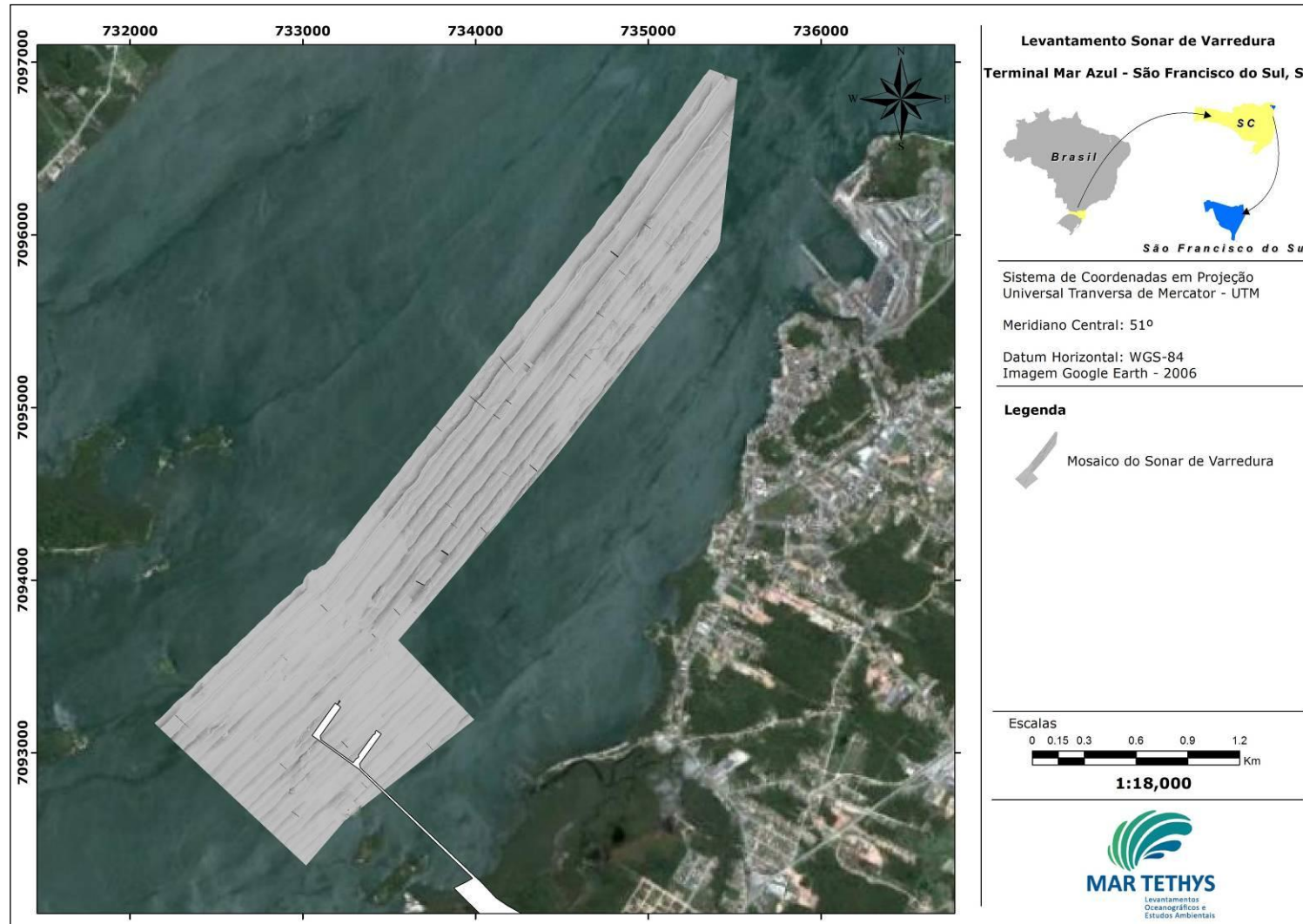


Figura 24. Mosaico do levantamento sonográfico realizado na área de estudo.

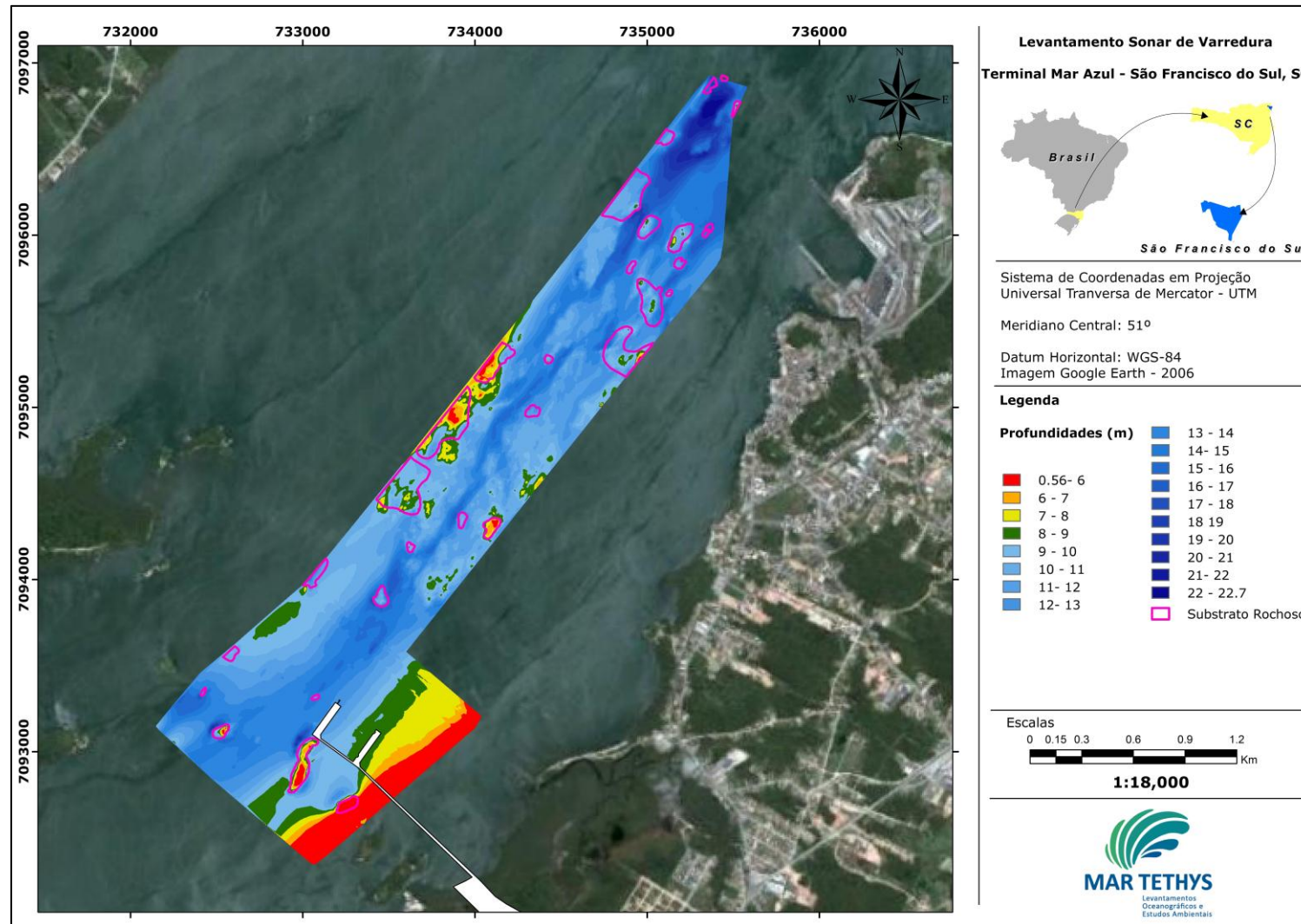


Figura 25. Imagem da área sonografada com os alvos de substratos rochosos identificados e batimetria sobrepostos.

Na área prevista para a instalação do empreendimento, o fundo é predominantemente composto por material inconsolidado misto, provavelmente lama com areia e traços de cascalho. Alguns poucos altos fundos se destacam, em sua maioria, afastados da área do empreendimento, e encontram-se devidamente sinalizados quando representam perigo à navegação. Nas cercanias da área prevista para a instalação do píer externo, destacam-se dois altos fundos rochosos, sendo um destes uma extensa laje (Figura 26) denominada Laje do Araújo, que apresenta profundidade entre 1.9 a 9 metros. Esta laje dista aproximadamente 30 metros a sudoeste no alinhamento do píer projetado e encontra-se fora da área de bacia de evolução e berço de atracação, não oferecendo quaisquer riscos às manobras das embarcações. Também foi possível constatar que o desassoreamento resultante do “estrangulamento” das correntes, provocado pela presença desta laje, propicia um aumento significativo das profundidades em área adjacente, a noroeste da laje. Outro substrato rochoso, que se encontra a aproximadamente 100 metros a noroeste deste píer mais externo, possui profundidades superiores a 13 metros e também não compromete o calado operacional para as embarcações.

Nas áreas dos berços do píer de atracação mais interno, próximo à costa, o substrato é composto exclusivamente por material inconsolidado e as profundidades observadas nestas áreas são superiores a 8 metros de profundidade, com uma profundidade média de 8,5 metros.

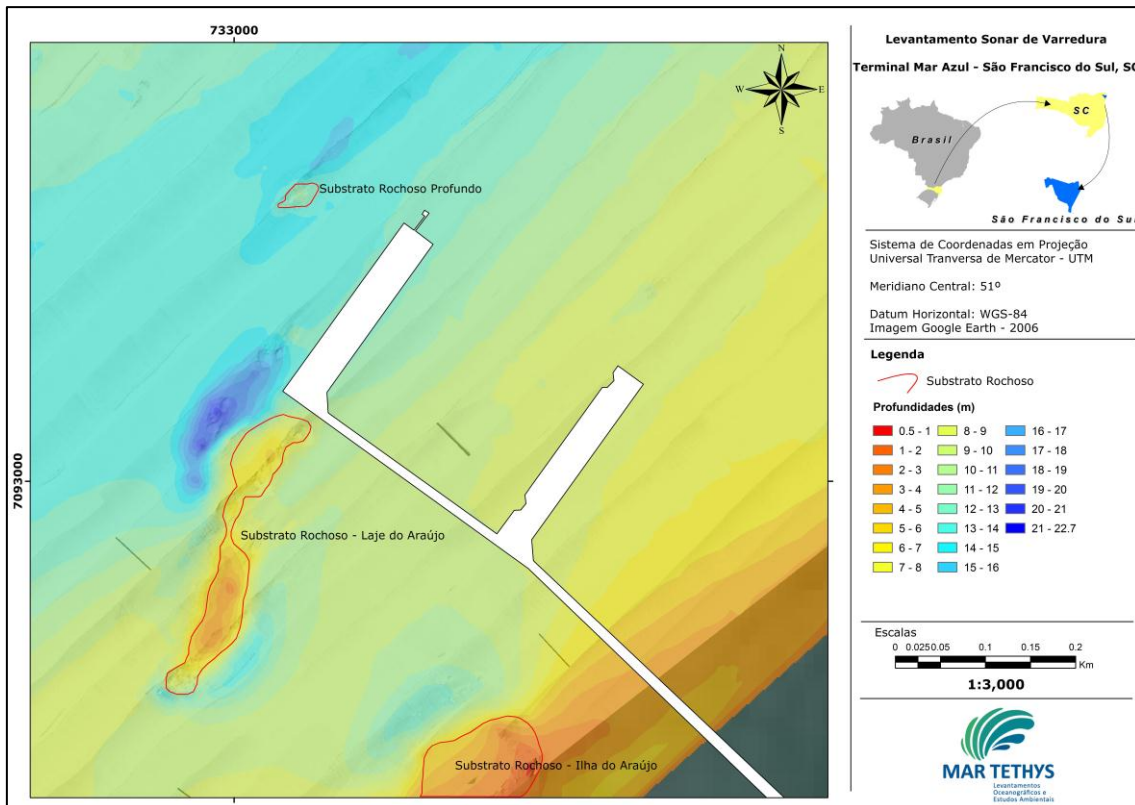


Figura 26. Imagem sonográfica sobre batimetria que apresenta registro de fundo consolidado na região onde se pretende instalar o canal de acesso (navegação).

5. CONCLUSÕES

A área de canal de acesso ao sítio previsto para a instalação do Terminal Marítimo Mar Azul caracteriza-se por profundidades que permitem a navegação de embarcações que demandem profundidades de até 11 metros sem qualquer necessidade de intervenções de dragagem e derrocagem. No entanto, em alguns trechos do canal de acesso, estas profundidades navegáveis se estendem lateralmente por, no máximo, 80 metros, isso é, configurando um canal de navegação de 80 metros de largura. Desta forma, considerando que as embarcações-tipo previstas para operarem com grande mobilidade em um canal de navegação de 80 metros de largura, o acesso ao empreendimento dar-se-á em um canal com profundidade de 11.0 metros. Entretanto, caso sejam exigidas profundidades maiores que 11 metros no canal de acesso, as larguras do canal de acesso estreitariam significativamente, exigindo intervenções para sua ampliação lateral. Um trajeto possível de ser executado pode ser observado na Figura 27. Este trajeto possui 80 metros de largura e profundidades de navegação até 11

metros e é o traçado mais próximo ao retilíneo que pode ser desenvolvido sem qualquer intervenção.

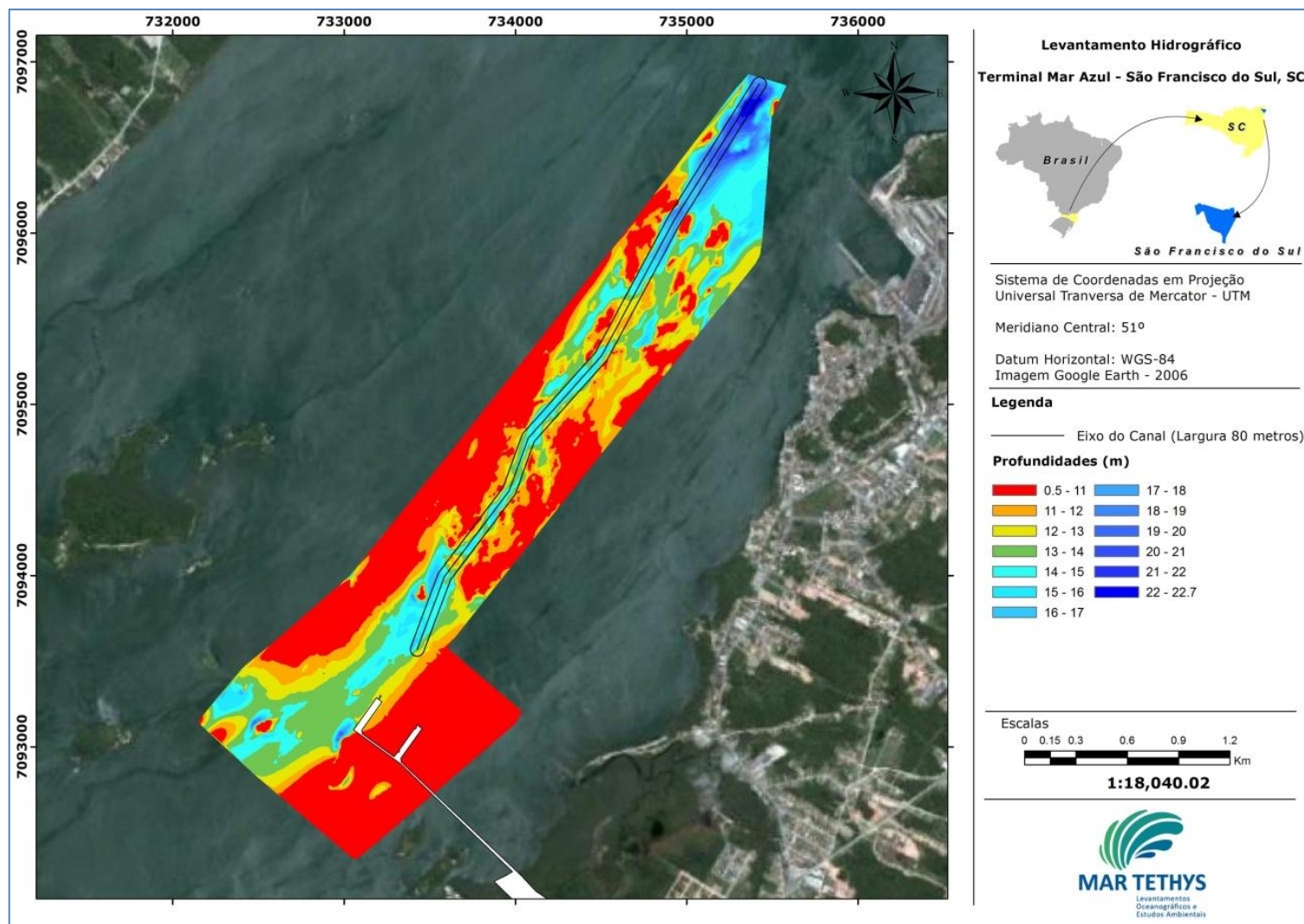


Figura 27. Canal de acesso com largura de 80 metros e aproximadamente retilíneo para acesso ao Terminal Marítimo Mar Azul.

Os levantamentos sonográficos indicam que o canal de acesso é uma área repleta de altos fundos, compostos, principalmente, por sedimentos arenosos compactados e por rochas do embasamento cristalino. Próximos aos altos fundos rochosos podem ser observados fragmentos de rochas, oriundos dos afloramentos adjacentes. Altos fundos rochosos que representam perigos à navegação estão situados, principalmente, nas margens do canal de acesso e encontram-se devidamente sinalizados através de bóias de sinalização e nas cartas náuticas para a região (Carta Náutica N°1804). Estes altos fundos são responsáveis pela estabilização do canal de navegação, onde podem ser observadas grandes profundidades no sopé destas estruturas.

Na área prevista para instalação do *pier* de atracação interno as profundidades mínimas encontradas foram de 8 metros e profundidades médias de 8.5, evidenciando uma área com boa navegabilidade para calados de até 8 metros. Caso seja necessária uma profundidade maior que a média de 8.5 metros, um simples avanço do *pier* 2 em 50 metros a noroeste resultaria em profundidades mínima de 8.5 metros e média de 8.8 metros de profundidade. O substrato marinho nestas áreas é composto exclusivamente por material inconsolidado, caracterizando-se por um misto de areia, cascalho e lama. Observa-se que próximo a área do *pier* de atracação externo, ocorrem alguns afloramentos rochosos, como a Laje do Araújo, que apresenta profundidades entre 1.9 a 9 metros. Esta laje está situada a aproximadamente 30 metros a sudoeste no mesmo alinhamento do *pier* de atracação proposto.

Desta forma, de acordo com os resultados obtidos neste levantamento hidrográfico (LH), conclui-se que a área de instalação de ambos os *piers* de atracação (interno e externo) apresenta profundidades que atendem ao calado operacional exigido para as embarcações que necessitam de calado operacional de até 8,5 metros para o *pier* interno, e 12,0 metros para operação no *pier* de atracação externo. A área de canal de acesso permite a navegação de embarcações que necessitam de calado operacional de até 11 metros.

6 BIBLIOGRAFIA

DNIT / IME, 2004. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes/ Instituto Militar de Engenharia. Estudos Ambientais da baía da Babitonga – canal do linguado. 149 p.

Possamai, T.; Vieira, C.V.; Oliveira, F.A. & Horn Filho, N.O., 2010. Geologia Costeira da Ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina. Revista de Geografia, v. especial VIII SINAGEO, p. 45-58.

Vieira, C.V.; / Horn Filho N.O.; Der Haagen, C.V. & Bonetti, C., 2008. Caracterização Morfosedimentar e Setorização do Complexo Estuarino da Baía da Babitonga/SC. Boletim Paranaense de Geociências, n. 62-63, p. 85-105.