
PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARANGUÁ

Plano de Amostragem do Material a ser Dragado para a Fixação da Barra do Rio Araranguá, Araranguá, SC



Fevereiro de 2014

SUMÁRIO

1. DADOS DO EMPREENDEDOR	3
2. APRESENTAÇÃO.....	4
3. INTRODUÇÃO	6
4. ASPECTOS GERAIS DA DRAGAGEM DO CANAL DE NAVEGAÇÃO	9
4.1. Previsão do Volume de Dragagem	9
4.2. Método de Dragagem.....	9
4.3. Áreas de Despejo	12
5. CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS	14
5.1. Definição da Malha Amostral.....	14
5.2. Metodologia de Amostragem dos Sedimentos.....	17
5.2.1. Sistema de Posicionamento	17
5.2.2. Procedimento Amostral	17
5.2.3. Acondicionamento das Amostras de Sedimentos	18
5.2.4. Laboratório Adotado para as Análises	19
5.3. Metodologia Analítica	20
5.3.1. Sedimentologia/Granulometria	20
5.3.2. Determinação das Frações Granulométricas	20
5.3.3. Determinação de Matéria Orgânica e Carbonato.....	23
5.3.4. Classificação Granulométrica segundo Resolução CONAMA	23
5.3.5. Análises Químicas	24
6. REFERÊNCIAS.....	26
7. ANEXOS.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das estações amostrais de sedimentos coletados para análises químicas no rio Araranguá e na área costeira adjacente.	8
Figura 2. Draga de sucção e recalque com terminal desagregador e sistema de recalque (CB&I, 2013).....	10
Figura 3. Volumes de Dragagem e Escavação da Área a ser Estabelecido o Canal de Navegação.	11
Figura 4. Área de disposição prevista para o material dragado (hachurado vermelho).	13
Figura 5. Representação gráfica das amostras coletadas para representatividade do perfil do pacote sedimentar a ser dragado.	15
Figura 7. Localizando dos pontos amostrais para caracterização dos sedimentos a serem dragados para fixação da barra do rio Araranguá.	16
Figura 8. Desenho esquemático da operação de coleta dos perfis sedimentares em leito marinho.	18
Figura 9. Imagem de uma amostra de sedimento acondicionada logo após a coleta.	19
Figura 10. <i>Layout</i> do <i>software</i> Sysgran 3.0, utilizado para o tratamento estatístico dos dados de granulometria.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação textural dos sedimentos e percentuais de matéria orgânica (MO) e carbonato (CaCO ₃), em sedimentos coletados no inverno de 2009 no rio Araranguá e área costeira adjacente.....	7
Tabela 2. Volumes e Seções (conforme o projeto de Dragagem) das Áreas a serem Dragadas e Escavada.	9
Tabela 3. Número mínimo de amostras para caracterização de sedimentos a serem dragados, conforme Resolução CONAMA N° 454/2012.....	14
Tabela 4. Localização geográfica dos pontos amostrais.....	15
Tabela 5. Classificação granulométrica dos sedimentos (Resolução CONAMA N° 454/2012).....	24
Tabela 6. Parâmetros para caracterização de sedimentos conforme Resolução CONAMA N° 454/2012 e referencia das metodologias analíticas que serão adotadas.	24

1. DADOS DO EMPREENDEDOR

Razão Social: Prefeitura Municipal de Araranguá

CNPJ: 82.911.249/0001-13

Cadastro Técnico Federal – IBAMA: 1211694

Endereço para Correspondência: Rua Doutor Virgulino de Queiroz, 200, Centro,
CEP: 88900-000, Araranguá, SC

Telefone: (48) 3521-0922 / Fax: (48) 3521-0956

Representante Legal: Sandro Roberto Maciel (Prefeito Municipal)

E-mail: gabinete@ararangua.sc.gov.br

E-mail do Representante Legal: gabinete@ararangua.sc.gov.br

Nome do Contato: Everton José da Silva (Secretário de Desenvolvimento Urbano
e Obras)

Telefone do Contato: (48) 3524-0837

2. APRESENTAÇÃO

Registros da Defesa Civil apontam a frequência e intensidade dos índices de precipitações pluviométricas na Região Sul de Santa Catarina resultando em tragédias climáticas tanto pela violência das águas quanto dos ventos. A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá é uma das mais atingidas por estas adversidades climáticas, promovendo traumáticos transtornos sociais e ocasionando enormes prejuízos aos setores produtivos, principalmente a agricultura. As áreas de várzeas localizadas no entorno do rio Araranguá sofrem com o alagamento por vezes até por uma semana, da mesma forma as comunidades ribeirinhas situadas em cotas baixas. Este fenômeno estende-se pelos 37 km de extensão do rio Araranguá atingindo também o Rio Mãe Luzia no Município de Maracajá e o rio Itoupava atinge o Município de Meleiro, acumulando estragos as áreas agrícolas.

Historicamente, a população de Araranguá e a administração pública do Município tem trabalhado intensamente para reduzir os impactos destas cheias. Ao identificar que a fixação da barra do rio Araranguá seria a única maneira capaz de diminuir, de forma eficaz, os drásticos problemas que são provocados pelas cheias, a Prefeitura Municipal de Araranguá contratou o projeto de engenharia que permitisse avaliar as melhores alternativas para a execução destas obras. Desta forma, em meados de 2011 a Administração Municipal contratou a empresa Coastal Planning and Engineering do Brasil – CPE, posteriormente englobada pela empresa Shaw Group Inc., que definiu um novo Projeto do Empreendimento, assim como os estudos técnicos necessários para a sua fundamentação. Portanto, este projeto fundamentou o Estudo de Impacto Ambiental – EIA, assim como o seu respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – RIMA.

Após a entrega do EIA/RIMA e apresentação deste em audiência pública, foram realizadas considerações pelos analistas do IBAMA no Parecer Nº107/2012, e pelos peritos do Ministério Público Federal – MPF no Parecer Nº 054/2011, onde entre outras observações e questionamentos realizados, foi sugerido que fosse considerada para fixação da barra do rio Araranguá, a alternativa localizada em

frente à comunidade de Ilhas. Desta forma, a Prefeitura Municipal de Araranguá contratou em **setembro** de 2013, um novo projeto básico para a alternativa dos molhes localizada em frente à comunidade de Ilhas (Alternativa 3 do EIA), com o intuito de minimizar/mitigar os impactos socioambientais na Comunidade de Ilhas abordados nestes pareceres.

Nesse sentido, a fim de possibilitar a execução das atividades de dragagem necessárias para as obras de fixação da barra do rio Araranguá, é que se apresenta o presente *Plano de Amostragem dos Sedimentos a serem Dragados* conforme preconizado pela Resolução CONAMA Nº 454/2012, a fim de subsidiar os analistas ambientais na condução do processo administrativo de licenciamento e autorização deste serviço, o qual, estaria respaldado pela Licença Prévia –LP a ser emitida pelo IBAMA.

Este documento apresenta em anexo o Projeto de Dragagem elaborado pela empresa Coastal Planning & Engineering do Brasil, além do planejamento detalhado da amostragem do material a ser dragado, explicitando a metodologia de coleta, o número de amostras, a localização dos pontos de coleta, as metodologias analíticas que serão adotadas.

3. INTRODUÇÃO

O enquadramento legal das atividades de dragagem tem um papel fundamental como norteador do processo de avaliação do material dragado e da seleção de alternativas de disposição.

A remoção e disposição final dos sedimentos dragados representam uma parte importante em todo o gerenciamento hídrico. O CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, através da Resolução N° 454/2012 estabelece diretrizes e procedimentos referenciais para o gerenciamento do material dragado em águas brasileiras. Nesta Resolução, que substituiu recentemente a Resolução CONAMA N° 344/2004, foram reavaliados alguns dos critérios que dizem respeito a qualidade ambiental dos sedimentos e, em alguns casos, estabelecidos novos valores de referência. O objetivo é subsidiar e harmonizar a atuação dos órgãos ambientais no licenciamento ambiental das atividades de dragagem, definindo os locais para disposição final a partir dos níveis de contaminação dos sedimentos.

Para avaliação das alternativas de disposição em solo, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA N° 420/2009 ou norma estadual vigente.

Um sedimento poluído normalmente contém uma mistura de vários contaminantes (SWARTZ *et al.*, 1988), que podem interagir entre si de maneira antagônica ou aditiva, produzindo efeitos desconhecidos sobre o ecossistema (KEMP & SWARTZ, 1988). Essa situação é bastante crítica no Brasil, pois muitas vezes o lançamento de efluentes domésticos e industriais não é controlado e não considera a questão da proteção do ambiente (TOMMASI, 1987). Frequentemente, a natureza das substâncias lançadas por esses efluentes é desconhecida, assim como as consequências ecotoxicológicas de sua presença no ambiente.

Assim, conforme preconizado pela Resolução CONAMA Nº 454/2012, para efeito de classificação do material a ser dragado, são definidos critérios de qualidade, a partir de dois níveis:

- a) Nível 1 - limiar abaixo do qual ha menor probabilidade de efeitos adversos a biota;
- b) Nível 2 - limiar acima do qual ha maior probabilidade de efeitos adversos a biota.

Cabe ainda destacar que, conforme dados disponibilizados pelo EIA/RIMA da Fixação da Barra do Rio Araranguá (Figura 1), assim como aqueles obtidos com o desenvolvimento do projeto básico de engenharia, as coletas e análises de sedimentos realizadas demonstraram que estes apresentaram característica textural arenosa, inexistindo as fácies silte e argila, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação textural dos sedimentos e percentuais de matéria orgânica (MO) e carbonato (CaCO₃), em sedimentos coletados no inverno de 2009 no rio Araranguá e área costeira adjacente.

Amostra	MO (%)	CaCO ₃ (%)	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Lama (%)
#03	0,08	0,83	0	100	0	0	0
#04	1,86	0,68	0	100	0	0	0
#07	0,56	0,94	0	100	0	0	0
Barra Nova #00	0,19	0,23	0	100	0	0	0
Barra Nova #01	0,14	0,13	0	100	0	0	0
Barra Nova #02	0,31	0,19	0	100	0	0	0
Barra Nova #03	0,87	0,14	0	100	0	0	0

Ainda, conforme dados obtidos do projeto de engenharia da primeira alternativa considerada, no documento PRODUTO IV: INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS – SONDAJEM EM MAR ABERTO POR JET PROBE, *“os resultados das sondagens por Jet Probe mostram que há uma homogeneidade no pacote sedimentar onde será alocado o molhe de fixação da desembocadura do Rio Araranguá. Os sedimentos foram classificados como areia fina, sendo que em todos os furos realizados houve penetração de 6 m de profundidade. Não foi relatada pelos mergulhadores qualquer dificuldade de penetração do tubo.”*

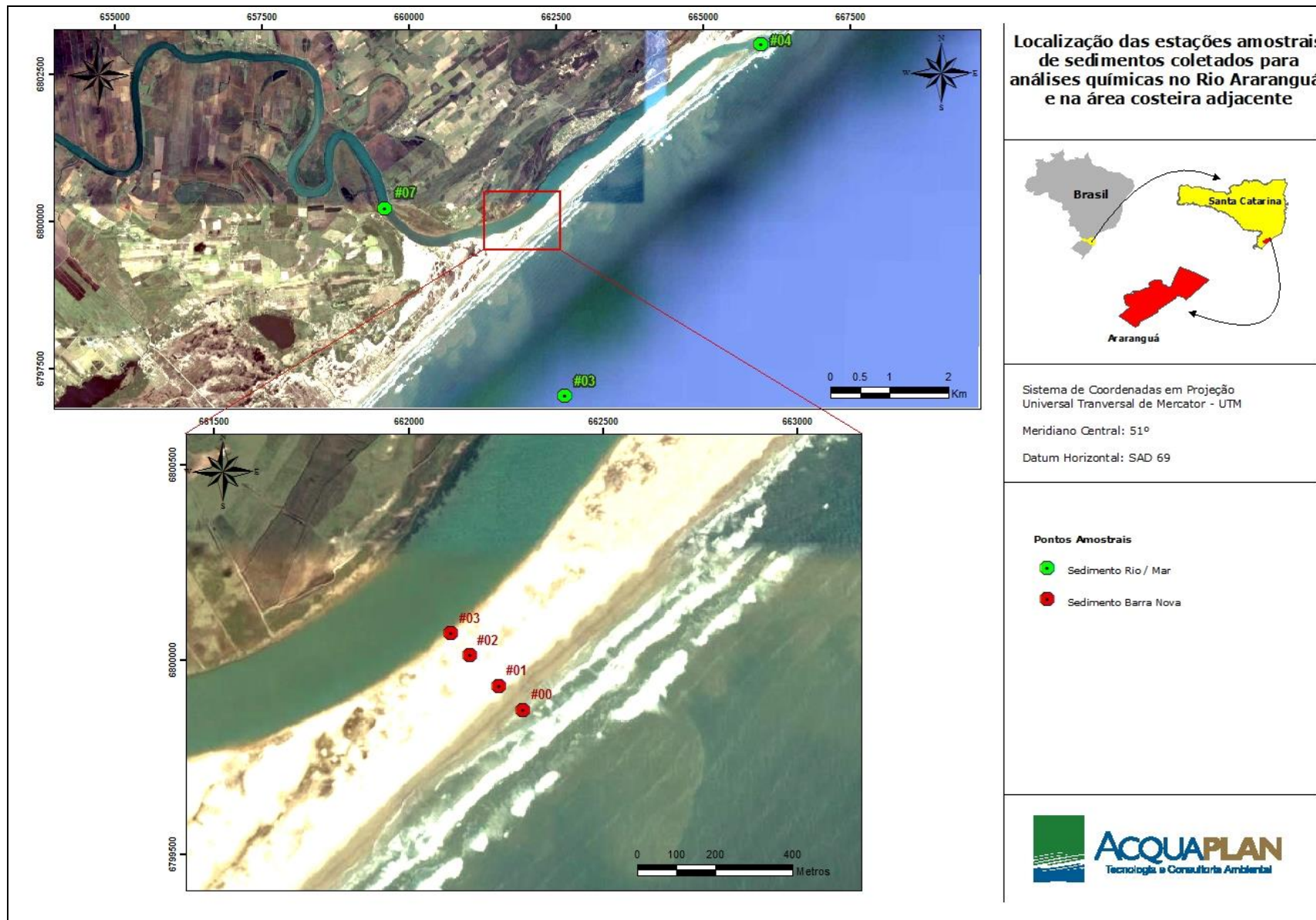


Figura 1. Localização das estações amostrais de sedimentos coletados para análises químicas no rio Araranguá e na área costeira adjacente.

4. ASPECTOS GERAIS DA DRAGAGEM DO CANAL DE NAVEGAÇÃO

4.1. Previsão do Volume de Dragagem

Os volumes a serem dragados e escavado para o estabelecimento do canal de navegação na barra a ser fixada no rio Araranguá foram calculados através das seções estabelecidas no Projeto de Dragagem (Anexo 1) elaborado pela empresa CB&I. Dividiu-se a área do canal em três subáreas sendo duas destas as áreas a serem dragadas, no rio e mar, e a terceira a ser escavada, na praia (Figura 3). Os volumes e seções das áreas podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Volumes e Seções (conforme o projeto de Dragagem) das Áreas a serem Dragadas e Escavada.

Área	Seção (Projeto de Dragagem)	Volume (m ³)
Submersa - Rio	1 a 20	168.038,68
Submersa - Mar	21 a 37	397.951,78
Emersa - Praia	38 a 72	182.059,54
TOTAL	1 a 72	748.050,00

4.2. Método de Dragagem

A dragagem no canal a ser estabelecido entre os molhes Norte e Sul a serem implantados para a fixação da barra do rio Araranguá, deverá ser executada com equipamento de dragagem de sucção e recalque com desagregador mecânico – *cutter suction dredge* – talvez seja a draga mais conhecida de todas, uma vez que opera, comumente, em regiões perto das costas, sendo também bastante utilizada no engordamento de praias e na construção de leitos de rodovias situados em regiões litorâneas.

São equipadas com um desagregador mecânico, ou cortador (*cutter*), montado na extremidade do tubo de sucção, que, por rotação, corta com suas lâminas o material do fundo, que é aspirado pela bomba de dragagem.

Essas dragas são normalmente dotadas de dois charutos ou estacas (*spuds*), localizados na parte posterior do casco, utilizados para o deslocamento para

frente da draga. Os charutos funcionam sempre de forma alternada, com um fixado ao fundo e outro suspenso, durante a operação das dragas.

O desagregador mecânico das dragas de sucção e recalque foi projetado, inicialmente, para cortar o material mais duro do fundo, a ser aspirado pelo tubo de sucção, aumentando, assim, o desempenho das operações de dragagem. Materiais soltos, como os siltes, as argilas ou certas areias finas, não demandariam, portanto, o uso permanente, dos desagregadores para sua remoção; no entanto, é prática comum nas operações destas dragas a utilização permanente dos desagregadores, caso sejam necessários.

Em tal situação, a rotação dos desagregadores provoca uma dispersão dos sedimentos mais finos, formando uma nuvem de sedimentos, com um possível impacto ambiental nas imediações das áreas dragadas. Para evitar este efeito, foram desenvolvidos alguns tipos de desagregadores especiais, destinados a minimizar tal condição.

Normalmente este tipo de draga não possui opção de armazenamento, possuindo um sistema de recalque através de tubulações e bombeamento (Figura 2), o qual possui seu término em uma barcaça transportadora ou batelões de abertura pelo fundo, ou ainda na área de bota-fora terrestre, quando localizado próximo. Possuem propulsão própria ou um sistema de amarração e guinchos que permitem um deslocamento lateral de alta precisão.

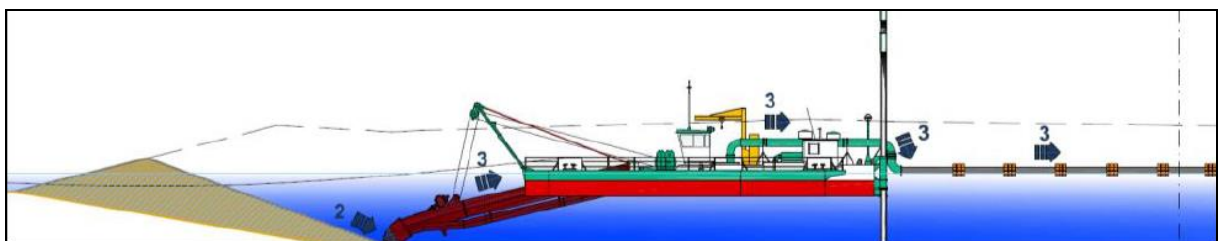


Figura 2. Dragagem de sucção e recalque com terminal desagregador e sistema de recalque (CB&I, 2013).

As etapas executivas são melhor detalhadas no Projeto de Dragagem apresentado no Anexo 1.

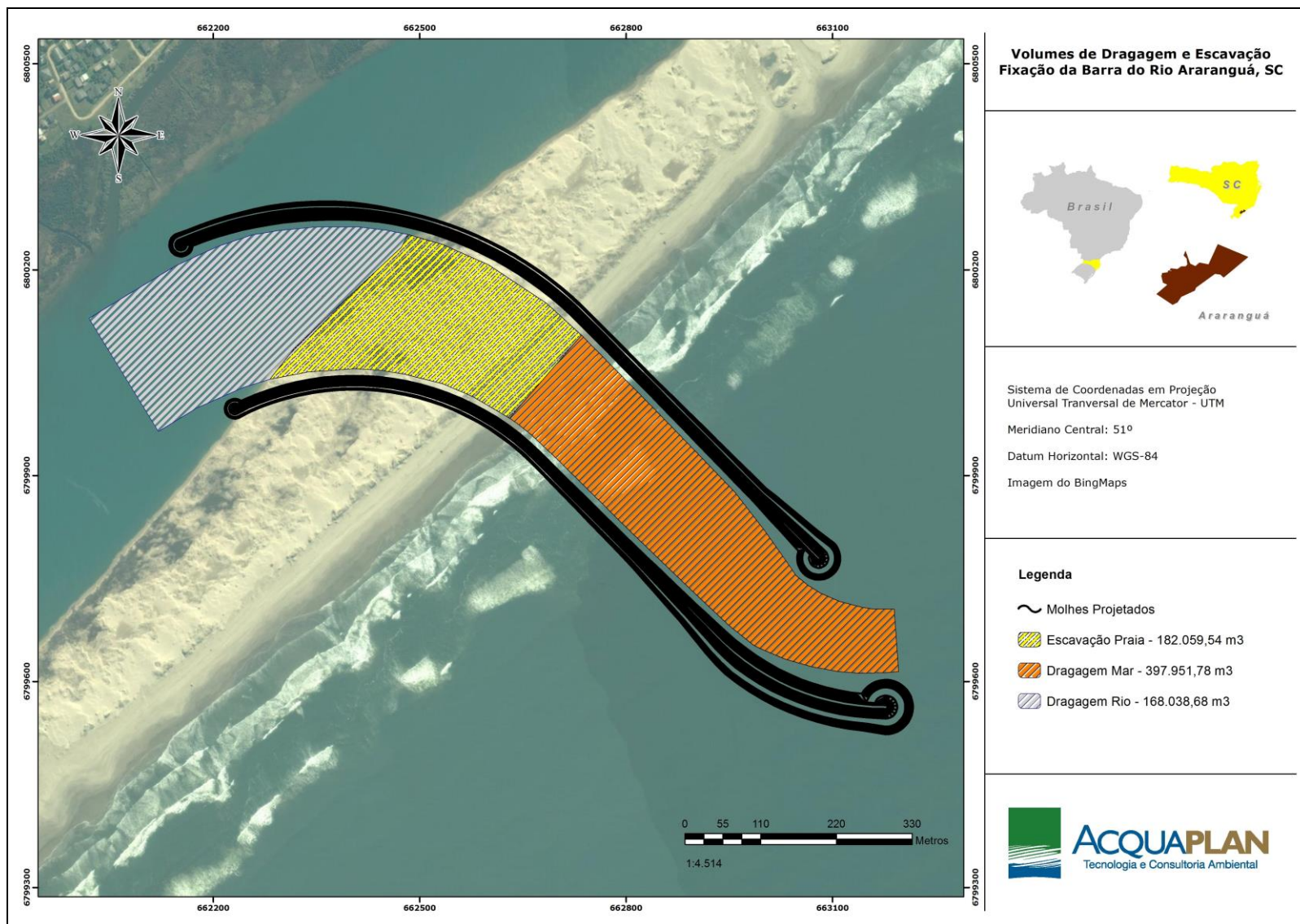


Figura 3. Volumes de Dragagem e Escavação da Área a ser Estabelecido o Canal de Navegação.

4.3. Áreas de Despejo

Os resultados das simulações morfológicas indicam uma diminuição dos fluxos d'água na desembocadura atual, favorecendo a deposição de sedimentos na região e levando ao fechamento desta desembocadura após o estabelecimento e fixação de nova barra. Cabe destacar que este processo independe do local de disposição do material a ser dragado para o estabelecimento do novo canal de conexão com o mar. Portanto, sugere-se que a disposição do material dragado seja feita a nordeste da obra, a 500 metros do molhe norte projetado, pelo fato de que a deriva residual de sedimentos na região ser preferencialmente de sul para norte. Desta forma, possíveis processos erosivos associados ao bloqueio da deriva litorânea serão temporariamente compensados e o material dragado é mantido dentro do sistema costeiro (Figura 4).

Ainda, É importante salientar, que no Parecer N° 107/2012/COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA, é solicitado esclarecimentos sobre o local de disposição do material dragado que não apresente características físicas ou químicas apropriadas para uso na recomposição praial. Portanto, caso identificado na caracterização dos sedimentos material com características incompatíveis com o sistema praial (argilosos e siltosos), deverá ser proposto um bota fora continental devidamente licenciado, a ser gerenciado pela administração municipal, que se constitui no empreendedor do presente projeto de fixação da barra do rio Araranguá.



Figura 4. Área de disposição prevista para o material dragado (hachurado vermelho).

5. CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS A SEREM DRAGADOS

5.1. Definição da Malha Amostral

Partindo do dimensionamento do volume de dragagem e considerando o estabelecimento da cota batimétrica -5,00 metros DHN para esta área, será necessário a dragagem de um volume de aproximadamente 748.050,00 m³.

Adotando os preceitos contidos na Resolução CONAMA Nº 454/2012 (Tabela 3), o número de amostras de sedimentos é definido pelo volume de material a ser dragado como segue:

Tabela 3. Número mínimo de amostras para caracterização de sedimentos a serem dragados, conforme Resolução CONAMA Nº 454/2012.

Volume a ser dragado (m³)	Nº de amostras
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 ³

Neste caso, considerando o volume de 748.050,00 m³, o número mínimo para a caracterização dos sedimentos a serem dragados é de 18 (dezoito) amostras.

A partir do estabelecimento do número de amostras e considerando o preconizado no Art. 5º da Resolução CONAMA Nº 454/2012, que as amostras deverão apresentar distribuição espacial representativa do volume a ser dragado, considerando a área e o perfil vertical do sedimentos, foi então elaborado uma malha amostral, que considerou a área e as cotas batimétricas atuais e a profundidade pretendida com a dragagem (-5m). Assim, na Figura 6 é apresentado a distribuição espacial dos pontos, juntamente com a topobatimetria da área a ser dragada.

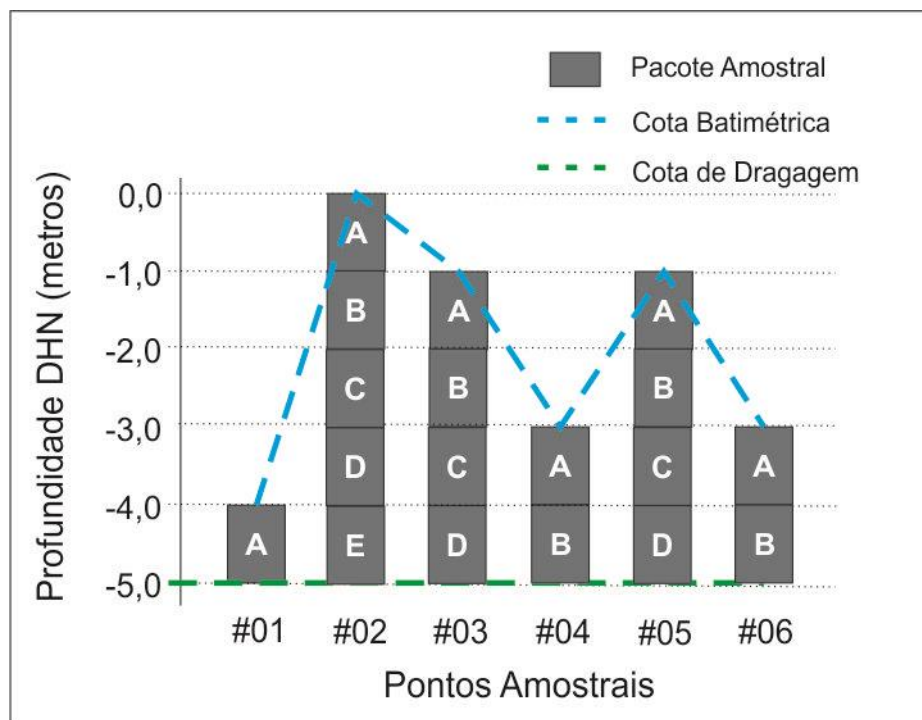


Figura 5. Representação gráfica das amostras coletadas para representatividade do perfil do pacote sedimentar a ser dragado.

A localização geográfica dos pontos amostrais é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Localização geográfica dos pontos amostrais.

Ponto Amostral	Localização (UTM) ¹	
	N	L
#01	662989,85	6799735,69
#02	662666,26	6800056,24
#03	662434,04	6800241,03
#04	662224,02	6800218,17
#05	662240,73	6800087,58
#06	662081,36	6800094,22

¹ Datum horizontal: WGS 84 – Zona 22 Sul

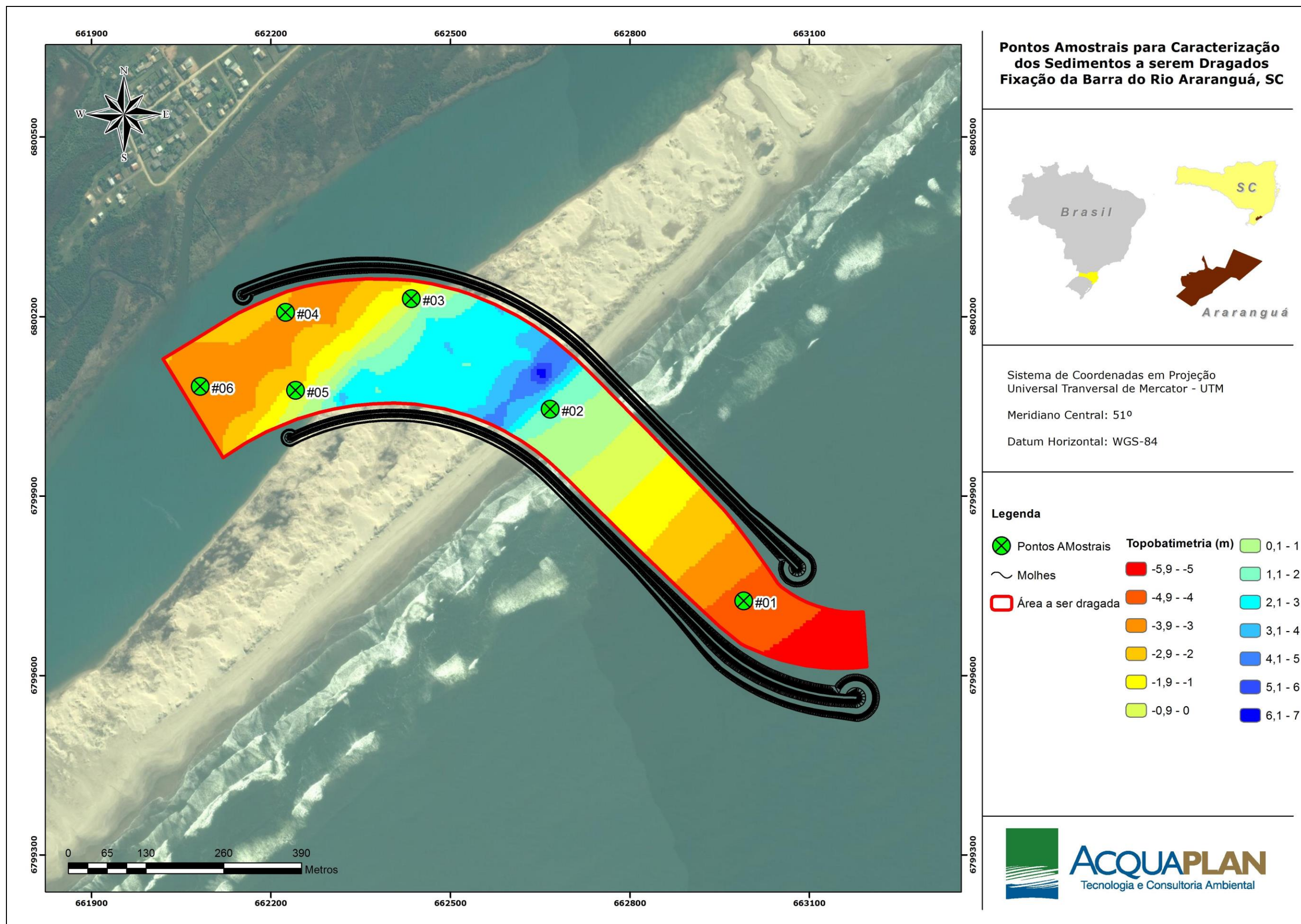


Figura 6. Localizando dos pontos amostrais para caracterização dos sedimentos a serem dragados para fixação da barra do rio Araranguá.

5.2. Metodologia de Amostragem dos Sedimentos

5.2.1. Sistema de Posicionamento

O posicionamento georreferenciado de cada estação amostral será procedido com uso de um GPS portátil marca Garmim modelo ETREX-20 e um sistema de retenção composto por um flutuador atado a uma âncora por meio de um cabo.

Ao posicionar a embarcação sobre a estação amostral a âncora será lançada ao mar assim referenciando o ponto a ser sondado. Na superfície o flutuador sinalizará a localização de cada ponto amostral.

5.2.2. Procedimento Amostral

Serão utilizados tubos amostradores de sondagem para os pontos com coleta do pacote sedimentar. Este tubo será posicionado junto ao leito marinho orientado pelo mergulhador (Figura 7), sendo inicialmente introduzido no leito de forma manual, seguido de golpes (percussão) com a peça metálica de 25 kg até a profundidade desejada, assim penetrando o tubo no pacote sedimentar. Nos dois pontos amostrais localizados em terra (#03 e #04), o procedimento será o mesmo de uma sondagem por percussão (SPT).

Ao final da penetração do tubo no leito o mergulhador deverá lacrar a extremidade superior do tubo com uso de *caps* de PVC, seguido da conexão de um cabo entre tubo amostrador e a equipe de bordo. O cabo conectado ao tubo amostrador por sua vez conectado a talha promoverá a tração suficiente para remoção do tubo do pacote sedimentar. O lacre das extremidades do tubo amostrador é um procedimento adotado para garantir a integridade e não-desintegração das amostras de sedimento contidas no mesmo.

Após as coletas os tubos contendo os estratos sedimentares serão fracionados, com a utilização de serra metálica manual, de acordo com a profundidade de coleta, sendo removida a porção do sedimento na camada próxima a secção,

sendo posteriormente, por vibração, removido o sedimento do interior do tubo referente a profundidade amostrada.

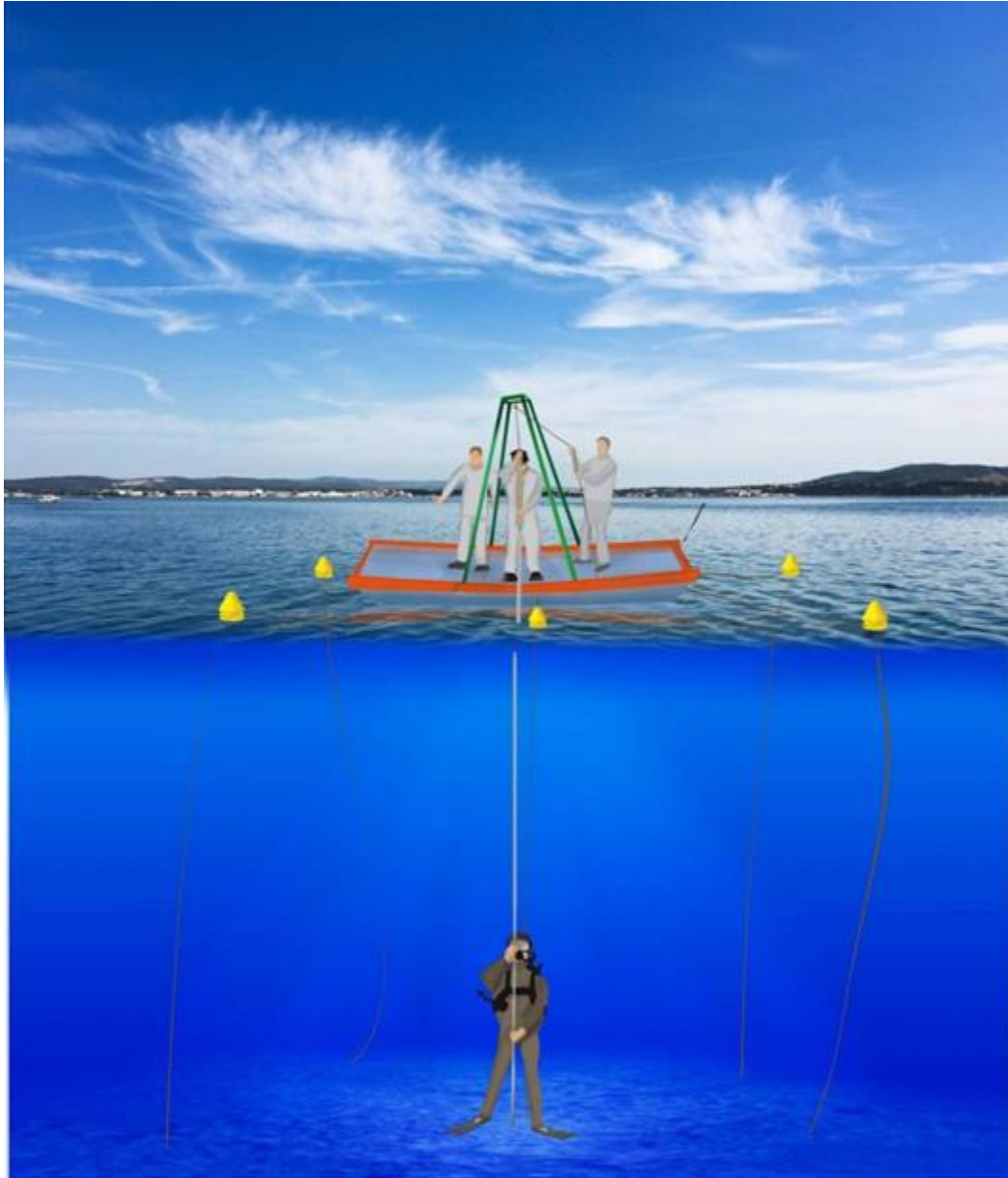


Figura 7. Desenho esquemático da operação de coleta dos perfis sedimentares em leito marinho.

5.2.3. Acondicionamento das Amostras de Sedimentos

Cada amostra será identificada de forma individual, com numeração distinta, sendo registrado em planilha de campo o seu respectivo número. As amostras serão segregadas em três grupos, sendo: (i) destinado para as análise físico-químicas, (ii) que estão armazenados/conservados para eventual necessidade de

ensaios de ecotoxicidade e (iii) que estão armazenados/conservados para eventual necessidade de análises de contraprova.

Para a identificação das amostras, serão utilizadas embalagens devidamente etiquetadas, constando o nome e número da estação amostral, profundidade no pacote sedimentar e parâmetro a ser analisado, o método de conservação e a data de coleta (Figura 8).

Após a identificação, as amostras serão mantidas em caixas térmicas refrigeradas e encaminhadas logo após a coleta ao laboratório para as análises. As demais, formadas pelos grupos identificados para ensaios de ecotoxicidade e contraprova, serão mantidas congeladas.



Figura 8. Imagem de uma amostra de sedimento acondicionada logo após a coleta.

5.2.4.Laboratório Adotado para as Análises

As análises das amostras de sedimentos serão realizadas nos laboratórios da empresa Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental S/C Ltda., que possui os seguintes registros e creditações:

- ✓ Cadastro Técnico Federal - IBAMA N° 457836
- ✓ Certificado Registro do Conselho Regional de Química da 5ª Região n° 000003172
- ✓ Certificado ISO/IEC 17025:2005, INMETRO n° CRL 0227
- ✓ Certificado de Cadastro - FEPAM N° 7/2006-DL

- ✓ Certificado de Reconhecimento-Rede Metrológica/RS N°6202
- ✓ Acreditação Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN – CORAD Matrícula 13955;
- ✓ Acreditação Ministério da Saúde – ANVISA – REBLAS – Habilitação ANALI-017 para análises de agrotóxicos, saneantes, fitoterápicos, águas e resíduos de agrotóxicos;
- ✓ Acreditação Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA;
- ✓ Acreditação Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – Certificado de Qualidade em Biossegurança – CQB N° 209/2004; e,
- ✓ Acreditação *Swiss Federal Office of Public Health - SFOPH* – Certificação para TOX, MUT, PCT, ACC, ECT e ENF.

5.3. Metodologia Analítica

5.3.1.Sedimentologia/Granulometria

5.3.2.Determinação das Frações Granulométricas

O processamento dos sedimentos destinados à análise granulométrica se inicia com sucessivas lavagens das amostras devidamente identificadas, com água destilada, para a retirada total de sais.

Após a remoção dos sais, as amostras serão secas em estufa a 40°C, para manter a estrutura dos argilo-minerais e evitar endurecimento excessivo dos sedimentos finos.

Depois da secagem completa as amostras serão homogeneizadas através de maceração e, posteriormente, quarteadas para a obtenção de uma alíquota representativa.

Desta alíquota serão pesadas aproximadamente 40g de amostra que, por via úmida, serão passadas por uma peneira de 0,062mm. Com este procedimento, os sedimentos grosseiros permanecerão sobre a peneira, enquanto os finos passarão pela mesma, sendo coletados em uma proveta de 1000mL.

Após a secagem da porção resultante de sedimentos grosseiros ($>0,062\text{mm}$), estes serão pesados e a análise granulométrica desta fração será realizada através da técnica de peneiramento sugerida em Suguio (1973). Essa técnica consiste em passar a amostra por um conjunto de peneiras com malhas de abertura diferentes. As peneiras serão dispostas em grão-decrescência, ou seja, as malhas de maior abertura em cima e as de menor abertura estarão na parte inferior do conjunto. Serão utilizadas as peneiras entre 2 e $0,062\text{mm}$ que correspondem a -1 a 4 phi.

Após a agitação das amostras por tempo determinado, as frações retidas em cada peneira, serão individualmente pesadas.

A determinação dos sedimentos finos ($<0,062\text{mm}$), coletados na proveta de 1000mL , será feita pelo método de pipetagem baseado na velocidade de decantação das partículas, expressa na lei de Stokes. Através deste procedimento serão quantificados os sedimentos pertencentes às classes granulométricas silte e argila.

5.3.2.1. Análise Estatística

Após a quantificação das frações granulométricas em laboratório, os dados serão analisados estatisticamente a fim de obter a caracterização sedimentológica das amostras, a qual está baseada na metodologia de Folk e Ward (1957). Os dados estatísticos de granulometria (tamanho médio do grão, seleção, assimetria, curtose) serão obtidos através do software SysGran[®] 3.0 (Figura 9).

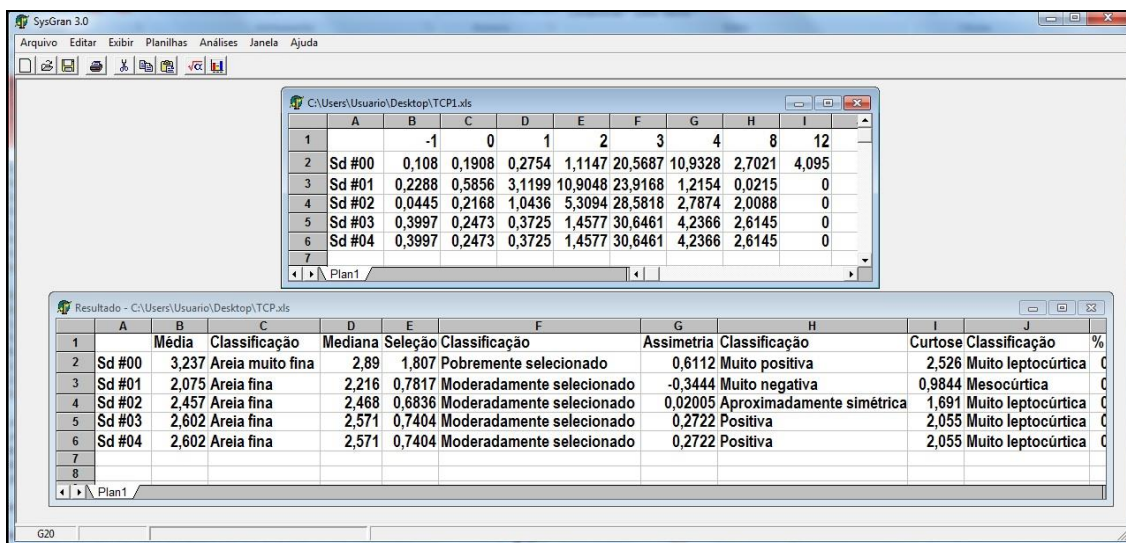


Figura 9. Layout do software Sysgran 3.0, utilizado para o tratamento estatístico dos dados de granulometria.

5.3.2.1.1. Média ou Diâmetro Médio

A média ou diâmetro médio das partículas reflete a média geral de tamanhos dos sedimentos, sendo afetada pela fonte de suprimento do material, pelo processo de deposição e pela velocidade da corrente (SUGUIO, 1973).

5.3.2.1.2. Desvio Padrão ou Grau de Seleção

O desvio padrão ou grau de seleção é relacionado ao retalhamento dos depósitos e reflete variações nas condições do fluxo (velocidade e turbulência) no ambiente deposicional (PONÇANO, 1986 *apud* FERNANDEZ *et al.*, 2000). Essa relação varia de extremamente mal selecionado a muito bem selecionado.

5.3.2.1.3. Assimetria

O parâmetro assimetria tem sido usado com sucesso na identificação de ambientes em que predomina deposição (assimetria positiva) e remoção seletiva (assimetria negativa) (DUANE, 1964 *apud* FERNANDEZ *et al.*, 2000). A seleção varia de assimetria muito positiva a assimetria muito negativa.

5.3.2.1.4. Curtose

A curtose é a medida que retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência. A maior parte das medidas de curtose computa a razão entre as dispersões (espalhamento) na parte central e nas caudas das curvas de distribuição. Valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi selecionado em uma região de alta energia e então transportado sem mudança das características para um outro ambiente, onde ele se misturou com outro sedimento, em equilíbrio com diferentes condições, possivelmente de baixa energia (SUGUIO, 1973).

5.3.3. Determinação de Matéria Orgânica e Carbonato

As determinações de Matéria Orgânica e Carbonato de Cálcio serão realizadas de acordo com a metodologia proposta por Dean (1974), sendo expressa em porcentagem.

Neste método coloca-se uma quantidade conhecida de amostra livre de umidade, em um cadinho pré-pesado que é levado ao forno mufla por uma hora a temperatura de 550°C. Após o completo resfriamento da amostra o cadinho é novamente pesado e, por diferença entre o peso inicial e o final, tem-se quantificada a quantidade de matéria orgânica.

Este mesmo cadinho é levado novamente ao forno mufla a temperatura de 1000°C, durante o período de 1 hora. Após o resfriamento completo é feita a pesagem do cadinho contendo amostra. A diferença de peso entre a pesagem final e a obtida após a queima da matéria orgânica corresponde a quantidade de carbonato de cálcio da amostra.

5.3.4. Classificação Granulométrica segundo Resolução CONAMA

Conforme recomendação da Resolução CONAMA 454/2012 (Tabela 5), os dados granulométricos das amostras serão classificados segundo a escala

granulométrica de Wentworth (1922). Os valores Phi menores que -1 serão classificados como grânulos.

Tabela 5. Classificação granulométrica dos sedimentos¹ (Resolução CONAMA N° 454/2012).

CLASSIFICAÇÃO	Phi (φ)²	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

5.3.5. Análises Químicas

As análises químicas serão realizadas pelos laboratórios da Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental, seguindo metodologias analíticas consagradas, que são elencadas na Tabela 6 em relação aos parâmetros definidos na Resolução CONAMA N° 454/2012.

Tabela 6. Parâmetros para caracterização de sedimentos conforme Resolução CONAMA N° 454/2012 e referencia das metodologias analíticas que serão adotadas.

Parâmetro	Metodologia Analítica
Metais Pesados e Arsênio	
Arsênio (As)	EPA 3050/6010 C
Cádmio (Cd)	
Chumbo (Pb)	
Cobre (Cu)	
Cromo (Cr)	
Mercúrio (Hg)	EPA 7471 A
Níquel (Ni)	EPA 3050/6010 C
Zinco (Zn)	
TBT	
Tributilestanho	EPA 8270 D
Pesticidas Organoclorados	
HCH (Alfa-HCH)	EPA 8081 A
HCH (Delta-HCH)	

¹ Referência: Escala Granulométrica de Wentworth (1922).

² Phi (φ) corresponde à unidade de medida do diâmetro da partícula do sedimento, cuja equivalência em milímetros (mm)

Parâmetro	Metodologia Analítica
HCH (Gama- HCH/Lindano)	
Clordano (Alfa)	
Clordano (Gama)	
DDDa	
DDEb	
DDTc	
Dieldrin	
Endrin	
PCB's	
Bifenilas Policloradas – Σ das 7 bifenilas	EPA 8082 A
 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPA's	
Benzo(a)antraceno	EPA 8270 D
Benzo(a)pireno	
Criseno	
Dibenzo(a,h)antraceno	
Acenafteno	
Acenaftileno	
Antraceno	
Fenantreno	
Fluoranteno	
Fluoreno	
2-Metilnaftaleno	
Naftaleno	
Pireno	
COT e Nutrientes	
Carbono Orgânico Total	Combustão úmida
Nitrogênio Kjeldahl Total	EPA 3050/6010 C
Fósforo Total	Titulação c/ destilação prévia

6. REFERÊNCIAS

DEAN, W. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 44 No. 1, pp.242-248.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez; SANTOS, Manoel Luiz, FULFARO, Vicente José. Caracterização e distribuição dos sedimentos de fundo do rio Paraná em Porto Rico (PR). *Bauru:Revista Ciência Geográfica*, v. 1, n. 15, jan./abr., 2000. p 25-32.

FOLK R.L., WARD W.C. (1957) Brazos river bar : a study of significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27 : 3-26.

KEMP, P.F., SWARTZ, R.C. Acute toxicity of interstitial and particle-bound cadmium to a marine infaunal amphipod. *Marine Environ. Res.*, v.26, p 135-153, 1988.

SUGUIO, K. 1973. *Introdução a sedimentologia*. Ed. Edgard Blücher, São Paulo. 1a. edição. 317 p.

SWARTZ, R.C., P.F. KEMP, D.W. SCHULTZ, and J.O.LAMBERSON. 1988. Effects of mixtures of sediment contaminants on the marine infaunal amphipod, *Rhepoxynius abronius*. *Environ. Toxicol. Chem.* 7:1013-1020.

TOMMASI, L. R. . *Poluição Marinha No Brasil: Síntese do Conhecimento.. PUBLICACAO ESPECIAL DO INSTITUTO OCEANOGRAFICO*, v. 5, p. 0-0, 1987.

7. ANEXOS

Anexo 1. Projeto de Dragagem.

Anexo 2. Mapa com a localização da área de despejo proposta para os sedimentos a serem dragados.