ASSOCIAÇÃO UNIFICADA PIRASSUNUNGUENSE DE ENSINO SUPERIOR

FACULDADE DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA DE PIRASSUNGUNA

PROJETO DE DESASSOREAMENTO E REUTILIZAÇÃO DO MATERIAL DRAGADO NO CANAL DO MAR PEQUENO NA VILA DE PEDRINHAS EM ILHA COMPRIDA-SP

PÉRSIO ALVES DE ALMEIDA

Pirassununga – SP

2010

ASSOCIAÇÃO UNIFICADA PIRASSUNUNGUENSE DE ENSINO SUPERIOR

FACULDADE DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA DE PIRASSUNGUNA

PROJETO DE DESASSOREAMENTO E REUTILIZAÇÃO DO MATERIAL DRAGADO NO CANAL DO MAR PEQUENO NA VILA DE PEDRINHAS EM ILHA COMPRIDA-SP

PÉRSIO ALVES DE ALMEIDA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrimensor, sob orientação do professor Eng. Dr. André Gustavo Mazzini Buton

Pirassununga – SP

2010

DEDICATÓRIA

À Jesus Cristo pela benção da vida e pelo cuidado de seus Anjos nas minhas “quase” intermináveis viagens.

À minha mãe Lourdes e ao meu pai Benedito que puderam realizar o sonho de ver o filho formado.

Ao meu irmão Adolfo que, de longe ou perto, viveu comigo muitos momentos desta conquista.

A mim pela realização profissional, pessoal e esforços que hoje são recompensados.

Em especial à minha Bonita, por cada dia em que esteve ao meu lado, incentivando e apoiando minha realização profissional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado forças, ânimo e coragem para prosseguir, apesar das muitas dificuldades encontradas nessa longa e dura caminhada;

Ao Prof. Dr. André Bufon pela orientação preciosa e por toda contribuição durante o curso;

Ao Prof. Msc. Antônio Luiz Ferrari, por sua dedicação aos alunos e apoio;

À Dna. Sônia, coração da Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassunguna, mãe de tantos filhos, por sua paciência inesgotável;

À Prefeitura Municipal de Ilha Comprida que, gentilmente, cedeu o material de apoio necessário para a conclusão desse trabalho;

Ao amigo Márcio Ragni, pela confiança, compreensão e incentivo, a quem devo o início de tudo;

Aos meus amigos Gilson e Felício, que durante as minhas longas ausências, deram tudo de si para manter a ordem no Departamento;

Ao meu amigo e conselheiro Prof. José Reinaldo Bertholini, pelas agradáveis horas de convivência e à sua filha Marita pela força no Abstract;

Ao meu amigo Renê Fernandes e sua família, pela acolhida durante as viagens;

Aos companheiros de viagem Wild Matera e Alessandro Zaniboni que, apesar de tantas mudanças, fizeram parte dessa história;

À minha namorada Josiane que nunca mediu esforços e apoio durante esta etapa da minha vida, a ela o meu amor e admiração.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS II
LISTA DE TABELAS III
RESUMO IV
ABSTRACT V
1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVO 3
3. JUSTIFICATIVA 4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
4.1. Histórico do Problema 5
4.2. Dragagem 8
4.3. Estabilidade dos depósitos de resíduos dragados 12
4.4. Aterro 12
5. MATERIAL E MÉTODOS 14
5.1. Área do Estudo 14
5.2. Material 16
5.3. Métodos 17
5.4. Orçamento 21
6. RESULTADOS 22
7. CONCLUSÃO 26
8. REFERÊNCIAS 27
ANEXOS 29

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Mapa da Apa de Ilha Comprida	7
Figura 2. Imagem do Município de Ilha Comprida	15
Figura 3. Seção longitudinal da dragagem	18
Figura 4. Foto do canal vista frontal	23
Figura 5. Foto do canal vista lateral esquerdo	23
Figura 6. Foto do canal vista lateral direito	24
Figura 7. Foto do canal vista lateral direito maré baixa	24
Figura 8. Foto do canal vista lateral esquerdo maré baixa	25

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Planilha Orçamentária 21

RESUMO

O município de Ilha Comprida tem sofrido com a precipitação pluviométrica e conseqüente transbordamento de córregos e rios, o que tem causado uma das grandes calamidades a que a população desse município está sujeita. Além disso, o Rio Ribeira de Iguape contribui com o assoreamento do Canal do Mar Pequeno devido aos sedimentos trazidos através do Valo Grande (braço de ligação entre o Rio Ribeira e Mar Pequeno). Esse fato, além de prejudicar o embarque e desembarque de moradores, pescadores e turistas, promove o afloramento dos sedimentos, o que propicia a formação de mangues e dificulta o acesso. Dessa maneira, o presente estudo teve por objetivo criar um projeto de desassoreamento do leito do Canal do Mar Pequeno em frente a Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida que reutilize o material dragado para recuperar e aterrar o porto local. Para tanto, foi realizado um levantamento planialtimétrico do porto e da área a ser dragada e um levantamento topobatimétrico, o que delimitou a área da jazida e facilitou a determinação do volume necessário para o aterro do porto e da rampa para barcos. Com o levantamento topográfico pronto foi possível elaborar um projeto de muro de arrimo em frente a orla da Vila de Pedrinhas que servirá para confinar os sedimentos dragados. Também foi projetado uma rampa de acesso às embarcações e um canal com maior profundidade para facilitar a passagem de embarcações mesmo com a maré mais baixa. O canal fica em frente ao trapiche local e será em seção trapezoidal de 10,00m na parte superior por 6,00m de base. Além disso, foi previsto na base e no talude submerso da seção um travamento com sacos de areia para manter a durabilidade do canal.

PALAVRAS-CHAVE: Desassoreamento, aterro, dragagem, resíduo sólido.

ABSTRACT

The city of Ilha Comprida has been suffering with the rainfall precipitation and consequent overflow of streams and rivers, what has been causing one of the great calamities that the population of this city is subdued to. Besides that, the Ribeira de Iguape river contributes to the siltation of the Mar Pequeno channel due to the sediments brought through the Valo Grande (connecting arm between Ribeira river and Mar Pequeno). This fact, in addition to prejudice the embarkation and disembarkation of the residents, fishermen and tourists promotes the outcropping of the sediments, which provides the formation of mangroves and makes the access difficult. In that way, the present study has as objective to create a project of dredging of the beds of the Mar Pequeno channel opposite to the Village of Pedrinhas in the city of Ilha Comprida that will reuse the dredged material to recover and embank the local port. For that it was made a Planialtimetric data collection of the port and area to be dredged and a Topobathymetric data collection, what delimited the area of the mine and facilitated the determination of the volume needed for the embankment of the port and for the boat ramp. With the topographical data collection ready it was possible to elaborate a project of a retaining wall in front of the border of the Village of Pedrinhas that will serve to confine the dredged sediments. It was also projected an access ramp to the boats and a channel with greater depth to facilitate the passage of boats even with lower tide. The channel is opposite to the local wharf and will be in trapezoidal section of 10,00m on the upper part and 6,00m of base. Besides that, it was predicted on the base and on the underwater slope section a clamping with sand sacs to maintain the durability of the channel.

KEY-WORDS: Dredging, embankment, Landfill, Solid residues.

1. INTRODUÇÃO

O município de Ilha Comprida está localizado no extremo sul do Estado de São Paulo, vizinho aos municípios de Cananéia e Iguape, está inserido na região conhecida como Vale do Ribeira. Com uma área territorial equivalente a 186 quilômetros quadrados, a maior extensão do território municipal é de mais de 70 quilômetros, a qual é banhada de um lado pelo Oceano Atlântico e do outro pelo Mar Pequeno (face lagunar).

A totalidade do território de Ilha Comprida passou a ser protegida por lei após a criação das Unidades de Conservação: Área de Proteção Ambiental (APA) de Cananéia-Iguape-Peruíbe, criada em 23/10/84, pelo Decreto Estadual 90.347 e Decreto Federal 91.892, e APA de Ilha Comprida, criada em 11/03/87, pelo Decreto Estadual 26.881/30.817, que não permite a movimentação de areia, o que dificulta a manutenção e o aterro de ruas.

A ilha, de forma estreita e alongada, é dotada de cordões arenosos alinhados à costa, intercalados por terrenos alagadiços formados pelo afloramento do lençol freático, que chega a formar até cursos de água de maior porte como o Rio Candapuí. Por tratar-se de uma área plana, a aproximadamente 3,0 metros do nível do mar, suas ruas são baixas, o que dificulta a inclinação para projetos de drenagem.

As enchentes no município de Ilha Comprida provocadas pelo excesso de precipitação pluviométrica e transbordamento de córregos e rios têm se agravado nos últimos anos e tornaram-se uma das grandes calamidades a que a população desse município está sujeita. Essa problemática decorre principalmente do fato da Ilha ser um grande banco de areia muito próximo ao nível o mar, com ruas em baixo

nível, processo desordenado de urbanização e ocupação inadequada de loteamentos que diminuem a vazão dos córregos e do rio da região.

Além disso, o Rio Ribeira de Iguape vem contribuindo com o assoreamento do Canal do Mar devido aos sedimentos trazidos através do Valo Grande (braço de ligação entre o Rio Ribeira e Mar Pequeno), o que promove a formação de bancos de areia às margens do Canal. Esse fato, além de prejudicar o embarque e desembarque de moradores, pescadores e turistas, promove o afloramento dos sedimentos que propicia a formação de mangues e torna o acesso inviável.

De acordo com a literatura, na história da maioria dos portos em estuários há desenvolvimento populacional e industrial, e devido a isso, os canais de navegação necessitam de freqüentes dragagens com o intuito de mante-los abertos e viáveis. (GIBERTONI, 1998).

Essa ação tem sido realizada em outros municípios do país como no Porto do Rio Grande (RS) onde foi feito o estudo de dragagem da Laguna dos Patos e manejo do material dragado (TORRES, 2000).

Segundo Torres (2000), um dos usos benéficos do material dragado é o aproveitamento dos sedimentos como aterro, método muito conhecido e comumente utilizado. Vale lembrar que, no passado, os sedimentos dragados que não eram utilizados como aterro iam diretamente ao mar. Entretanto, atualmente, o uso desse material em aterros tornou-se muito importante pelas seguintes razões:

a) é mais barato reutilizar sedimentos dragados como aterro do que dispo-lo ao mar;
b) do ponto de vista ambiental, é mais aceitável a utilização deste material em aterros do que despeja-lo ao mar ou em terra;
c) atualmente, é muito grande a necessidade de construção de aterros em áreas portuárias, industriais e residenciais.

Nesse sentido, uma maneira para resolver ou minimizar a ação antrópica no Canal do Mar Pequeno, seria realizar um processo de dragagem que, além de recuperar o leito do canal e melhorar o acesso às embarcações de pequeno porte, poderia fornecer material suficiente para ser utilizado na recuperação de portos em frente às comunidades e até mesmo no aterro de ruas.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi criar um projeto de desassoreamento do leito do Canal do Mar Pequeno em frente a Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida que reutilize o material dragado para recuperar e aterrar o porto local.

3. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento desse projeto se deu pela necessidade do desassoreamento do porto de Pedrinhas para viabilizar o acesso de barcos e turistas que visitam esta comunidade. Trata-se de um projeto viável devido ao seu baixo custo, uma vez que reutiliza o material dragado para aterro do porto, o que promoverá o incremento da atividade econômica e turística para a comunidade.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Histórico do Problema

Em meados no século 19, o Rio Ribeira de Iguape foi um importante meio de escoamento de arroz até o porto de Iguape e, em 1827, foi aberto o Valo Grande, com cerca de 4 metros de largura por 2 quilômetros de extensão, a fim de facilitar o acesso e torná-lo menos custoso. Após alguns anos, o que era solução, se tornou um grande problema, com impacto ambiental e social significativos (SANTOS, 2010).

Com a passagem livre do Rio Ribeira através do Valo Grande, os sedimentos do rio que iam diretamente para o Oceano Atlântico, passaram a se acumular ao longo canal do Mar Pequeno, assoreando e dificultando a passagem de embarcações. Devido a esse comprometimento, o que era para ser um sucesso da época, resultou no fechamento do porto, com prejuízo à economia local, que passou a sofrer os efeitos do assoreamento e da mistura da água salgada com a doce, prejudicando diretamente o escoamento da produção de arroz e a pesca (SANTOS, 2010).

Além disso, grandes bancos de areia se formaram e, em casos extremos, promoveram o afloramento dos sedimentos, culminando na formação de mangues.

Isoladamente, há no município uma Vila denominada Pedrinhas, inserida na Zona Urbanizada 3 (ZU3) do Decreto Estadual nº 30.817 de Novembro de 1989 da APA de Ilha Comprida (APA de Ilha Comprida, 1989) (Figura 1). Localizada a 30 km do marco zero do município sentido sul, é uma comunidade tradicional de pescadores que vive do turismo e que mais tem sofrido com o assoreamento do Mar Pequeno, uma vez que, a cada ano, ocorre o aumento do acumulo de sedimentos em frente a Vila. Isso dificulta a utilização do porto local pelas embarcações, afetando diretamente moradores e turistas.

Por se tratar de uma comunidade tradicional de pescadores, a necessidade de dragagem do canal para devolver a mobilidade de embarcações é fundamental para o equilíbrio econômico local.

Esta região foi separada como modelo para execução do projeto piloto que, posteriormente, deverá ser implantado em todo o município para regularizar o sistema de navegação e reutilizar o material dragado para aterros, visando facilitar e solucionar o problema do assoreamento e a movimentação de areia e a drenagem da Ilha Comprida.

O projeto piloto leva em consideração a melhoria e a valorização do local o acesso livre das embarcações e o desenvolvimento sustentável.

Vale ressaltar que esta é uma alternativa técnica, ambiental e economicamente viável para os danos causados pelo assoreamento do Mar Pequeno, que reduz o investimento público e viabiliza sua execução. O material dragado tem a finalidade de aterrar as margens do porto e melhorar a sustentação do muro de arrimo para contenção da erosão, afim de facilitar o embarque e desembarque na Vila.

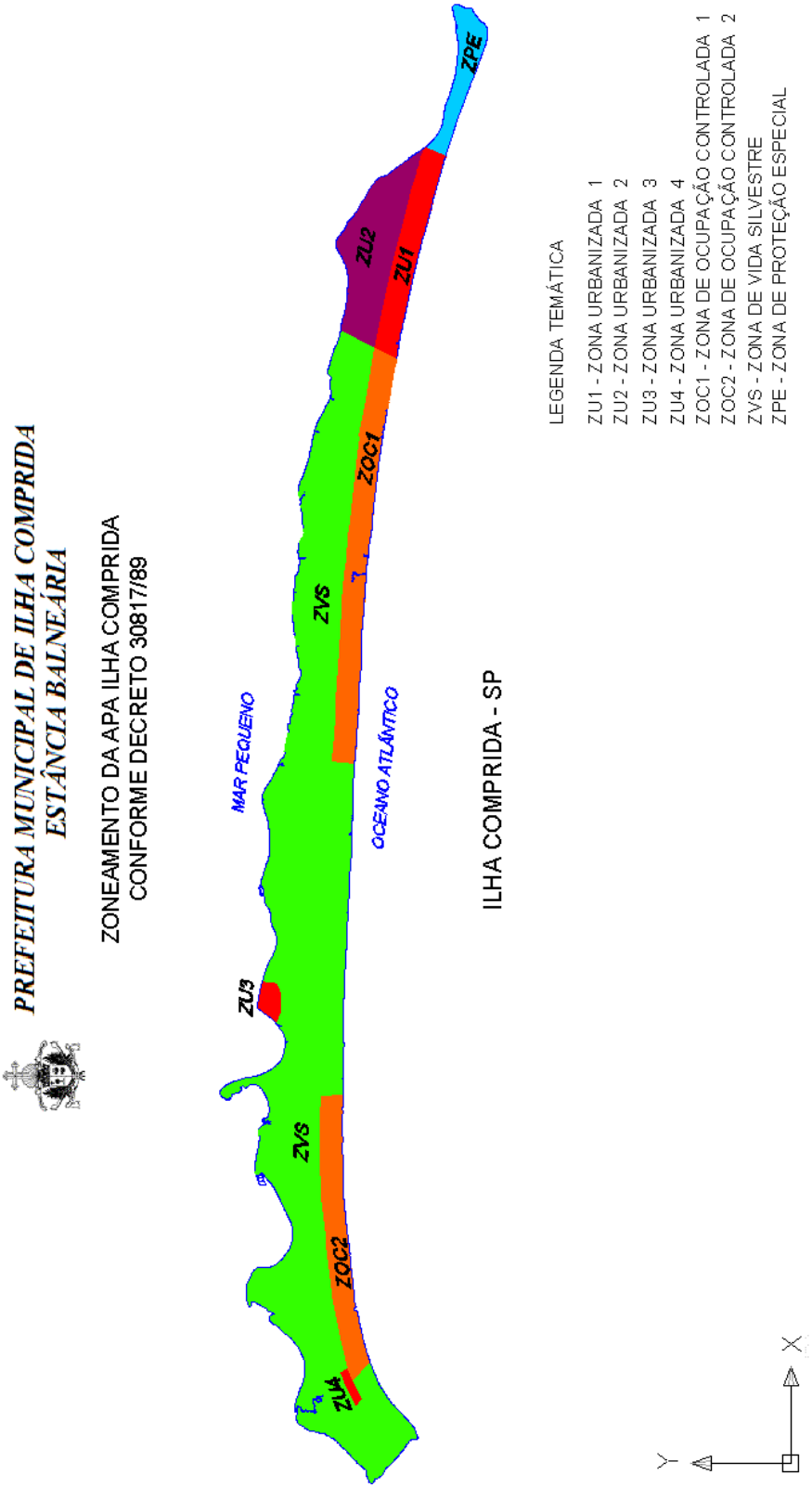


Figura 1. Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Ilha Comprida.

Fonte: Prefeitura Municipal de Ilha Comprida, 2010.

4.2. Dragagem

A dragagem é um processo de movimento mecânico pelo qual são removidos sedimentos e solos de portos para diversas finalidades como aterros e limpeza do leito, a fim de facilitar a navegação, desassorear córregos, rios, canais, etc. Para tanto, é necessário o uso de equipamentos denominados “dragas” que, nada mais são do que embarcações ou plataformas flutuantes equipadas com mecanismo que promovem a remoção de sedimentos (GOES FILHO, 2004 e Compton’s Encyclopedia, 1998).

Os principais objetivos da dragagem são o aprofundamento e alargamento de canais em rios, portos e baias. Também pode ser realizada na construção de diques e preparo de fundações de pontes e outras estruturas, além de ser utilizada para exploração de depósitos minerais, diamantes e recursos marinhos (Compton’s Encyclopedia, 1998).

Foram encontrados vestígios de trabalho humano com técnicas primitivas de dragagem em vários locais da Terra e segundo os historiadores, essa é uma arte muito antiga que mostra sinais de sua existência anterior a Cristo. Acredita-se que as embarcações eram canoas e que a escavação era feito com auxílio de uma pá manuseada por uma pessoa. Na Grécia antiga eram construídos canais artificiais com a finalidade de irrigação e também para interligar corpos d’água, como, por exemplo, o canal que interligou o Rio Nilo ao Mar Vermelho (BRAY, et al., 1997 e Compton’s Encyclopedia, 1998).

A dragagem divide-se em dois grupos, a dragagem inicial que forma o canal artificial com a retirada do sedimento virgem, e as dragagens de manutenção, com a finalidade de retirar o material sedimentar recente e manter a profundidade do canal para facilitar a movimentação de embarcações em portos e marinas (BRAY, et al., 1997). Um terceiro tipo de dragagem, ainda em fase de implantação em vários países, é a dragagem ambiental que remove os sedimentos contaminados por compostos orgânicos e inorgânicos, sem a ressuspensão deste contaminantes (GE Study Report, 1998).

Durante muito tempo todo material tirado no processo de dragagem foi lançado em locais não apropriados e sem controle sobre o impacto dos sedimentos ao meio ambiente (GOES FILHO, 2004). Somente em 1972, durante Conferência

em Estocolmo, deram-se origem as regulamentações internacionais de depósito dos materiais dragados em áreas marítimas (VELLINGA; TIEDO, 1998).

Com a conscientização ambiental sobre a importância da deposição adequada dos resíduos de dragagem, as autoridades e a opinião pública perceberam a necessidade de maiores e melhores estudos sobre os impactos que tais resíduos trariam ao meio ambiente. A partir de então começaram a ser exigidos estudos químicos, físicos e biológicos com a finalidade de minimizar ao máximo esses impactos, o que permitiu identificar que esses resíduos de dragagem poderiam ser reutilizados de várias formas, sendo um importante recurso natural para aterros (GOES FILHO, 2004).

No entanto, o processo de utilização desses materiais é muito diferente entre os diversos países. Alguns possuem tratamento e aproveitamento altamente desenvolvidos e outros ainda em estágio inicial. De maneira geral, a análise desse problema tem as seguintes etapas: (GOES FILHO, 2004).

- Observação e análise do potencial problema ambiental;
- Levantamento da magnitude do problema e avaliação dos custos de remoção;
- Busca de soluções sustentáveis;
- Projeto detalhado das atividades operacionais;
- Decisão final tomada com a abrangência necessária, objetivando soluções integradas.

Em geral os serviços de dragagem têm um elevado custo e sua execução deve ser realizada com um cuidadoso planejamento e, para tanto, é necessário entender a finalidade da área a ser dragada. Vale ressaltar que o termo dragagem compreende uma ampla gama de atividades envolvendo a movimentação de materiais submersos e pode ser classificada como dragagem de aprofundamento ou de implantação, de manutenção, de remediação ou ambiental e de mineração.

Outro aspecto a ser considerado relaciona-se aos equipamentos de dragagem a serem utilizados. Podem ser mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos. (ALAD/CBD, 1972)

Equipamentos mecânicos

Caçamba de Mandíbulas (Grab dredges):

Escavadeiras frontais (Dipper dredges):

Retroescavadeiras (Hoes):

Pás de Arrasto (Draglines):

Dragas de Acatruzes (Bucket dredges):

Equipamentos hidráulicos

Dragas Autotranspotadoras de Arrasto (AT)

Dragas de Sucção e Recalque com Desagregador (SR)

Equipamentos pneumáticos

Essas dragas não utilizam desagregadores e promovem a sucção do material a ser dragado por ar comprimido.

As propriedades físicas

As características físicas do material de uma dragagem são de fundamental importância para o planejamento do projeto, transporte e disposição final do material a ser dragado.

Devem-se considerar duas propriedades físicas:

- ✓ A forma e composição – avaliação visual e descrição geral dos sedimentos.
- ✓ Granulometria – classificação do material dragado.

No Brasil os tamanhos das partículas são classificadas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR 6502/95), referente a análise granulométrica de solos:

- ✓ Bloco de rocha – Fragmentos de rocha transportados ou não, com diâmetro superior a 1,0 m.

- ✓ Matacão – fragmento de rocha transportado ou não, comumente arredondado por intemperismo ou abrasão, com uma dimensão compreendida entre 200 mm e 1,0 m.
- ✓ Pedregulho – solos formados por minerais ou partículas de rocha, com diâmetro compreendido entre 2,0 e 60,0 mm. Quando arredondados ou semi-arredondados, são denominados cascalhos ou seixos. Divide-se quanto ao diâmetro em: pedregulho fino – (2 a 6 mm), pedregulho médio (6 a 20 mm) e pedregulho grosso (20 a 60 mm).
- ✓ Areia – solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm. As areias de acordo com o diâmetro classificam-se em: areia fina (0,06 mm a 0,2 mm), areia média (0,2 mm a 0,6 mm) e areia grossa (0,6 mm a 2,0 mm).
- ✓ Silte – solo que apresenta baixo ou nenhuma plasticidade, baixa resistência quando seco ao ar. Suas propriedades dominantes são devidas à parte constituída pela fração silte. É formado por partículas com diâmetros compreendidos entre 0,002 mm e 0,06 mm.
- ✓ Argila – solo de graduação fina constituída por partículas com dimensões menores que 0,002 mm. Apresentam características marcantes de plasticidade; quando suficientemente úmido, molda-se facilmente em diferentes formas, quando seco, apresenta coesão suficiente para construir torrões dificilmente desagregáveis por pressão dos dedos. Caracteriza-se pela sua plasticidade, textura e consistência em seu estado e umidade naturais. Estas características serão vistas na Unidade 4 (plasticidade e consistência dos solos).

Propriedades Químicas

Usualmente adotam-se os seguintes parâmetros: pH, Carbono de cálcio equivalente, Capacidade de troca de cátions, Salinidade, Potencial Redox (E_H), Oxigênio dissolvido (OD), Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Carbono orgânico total, Carbono orgânico dissolvido, Nutrientes (compostos de nitrogênio e fósforo), Taxa Carbono Nitrogênio, Potássio e Contaminantes. (LONG; et al., 1995)

Para regulamentar a disposição desses resíduos, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) aprovou em 25 de março de 2004 a Resolução nº 344

(CONAMA, 2004) que determina os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado, com o objetivo de gerenciar sua disposição em águas jurisdicionais brasileiras. Esse procedimento também deve ser submetido às normas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) do Estado de São Paulo, até que sejam estabelecidos valores orientadores nacionais pelo CONAMA (CONAMA, 2004).

Os resíduos de dragagem podem ser classificados da seguinte maneira: (GOES FILHO, 2004)

Classe 0 – Está abaixo do valor alvo e pode ser disposto em terra ou em águas superficiais.
Classe 1 – Excede o valor alvo, mas se encontra abaixo do valor limite, sendo permitida a sua disposição.
Classe 2 – Excede o valor limite, mas está abaixo do valor de referência podendo ser disposto em águas superficiais e em terra.
Classe 3 – Excede o valor limite, mas esta abaixo do valor de intervenção.
Calsse 4 – Excede o valor de intervenção e deve ser mantido isolado em poços profundos ou em terra, a fim de minimizar qualquer influência ao meio ambiente.

4.3. Estabilidade dos depósitos de resíduos dragados

As principais causas que afetam a estabilidade do depósito de sedimentos são a consolidação e a erosão.

A consolidação é causada pelo peso do próprio sedimento dragado nos casos de capeamento e pela carga da cobertura. Esse processo se dá pela parcela da água retida nos vazios e que é expelida, diminuindo o volume do material e aumentando o espaço para novas camadas de sedimentos. Nos sedimentos finos uma há uma redução de até 50% do volume inicial que é bastante comum após a consolidação (ROLLINGS; ROLLINGS, 1998).

4.4. Aterro

Aterro é o processo de se depositar terra, entulho, areia, ou outro material em determinado terreno com altura abaixo do ideal exigido pelo projeto de construção, para aumentar a altura do greide ou tapar algum buraco ou depressão (Glossário de termos usados na terraplenagem, 2010).

Para que esse processo possa ser realizado, é necessário a mobilização de material de uma área para outra. Entretanto, no Município de Ilha Comprida as áreas de jazidas para a execução de aterro são escassas, uma vez que não há áreas em cotas elevadas que disponibilizem a retirada do material. Por essa razão, as atividades criminosas relacionadas ao comércio ilegal de aterros clandestinos são freqüentes e de difícil fiscalização, o que resulta em sérios riscos ao meio ambiente, pois o material é retirado de dunas e praias, ou até mesmo de propriedades particulares, cujos proprietários, normalmente ausentes, são surpreendidos com escavações em seus terrenos. (Prefeitura Municipal de Ilha Comprida, 2006).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área do Estudo

A área de estudo está compreendida dentro do Município de Ilha Comprida (Figura 2, ANEXO I), localizada a 30 km do marco zero do município, sentido sul, na Comunidade denominada Vila das Pedrinhas, inserida na Zona Urbanizada 3 (ZU3) do decreto da APA de Ilha Comprida, que permite sua ocupação. Trata-se de uma Vila distante do centro, com população aproximada de 600 pessoas, que vem, a cada ano, sofrendo com o assoreamento do Mar Pequeno em frente a Vila.

Figura 2. Imagem do Município de Ilha Comprida

Fonte: Google Earth

5.2. Material

Para elaborar o projeto e entender todas as características do local, utilizou-se equipamento topográfico (estação total), instalado sobre o trapiche local, adotado como Referencia de Nível (RN), pois desta localização é possível visualizar todos os pontos levantados.

5.2.1. Equipamento utilizado na Topografia

Estação Total Leica Flexline Série TS02
Medição Angular (Hz, V)
Medição de distância com prisma
Medição de distância sem prisma
Armazenamento de dados / Comunicação
Emissor de luz para Implantações de Obras
Medidor a laser até 400 metros
Coletor de pontos interno
Prisma, Baliza e Trena

5.2.2. Equipamento e Especificação da Draga.

Embarcação tipo catamarã
Convés – 55,00 m2
Pontal – 1,00 m
Boca – 5,50m
Capacidade de carga – 14t
Conjunto de moto bomba
Motor a diesel 250Cv
Bomba de sucção e recalque. de 6”
100 (cem) metros de linha submersa de Ø 6”
50 (cinqüenta) metros de linha de terra de Ø 6”

A draga a ser utilizada nesta obra atenderá perfeitamente às condições de recalque e tem capacidade de produtividade de 80m^3/h.

5.3. Métodos

Com os dados da estação processados e a manipulação de programa específico (AutoCAD), foi elaborado um projeto detalhado da Planta Planialtimétrica com as curvas de níveis, perfis transversal e longitudinal do local. Também foi locado no projeto um muro de arrimo de pedra para servir de contenção, sustentar o aterro dragado e proteger o porto.

Após a obtenção dos dados e identificação do relevo, fez-se necessário a elaboração de um projeto de seção trapezoidal que retirará do leito do canal sedimentos suficientes para a passagem de embarcações e, ao mesmo tempo, propiciará sua reutilização para o aterro da margem. Para a fixação dos sedimentos no fundo da seção trapezoidal foi projetado um revestimento com sacos de areia com a finalidade de prolongar a sustentação da seção da área dragada. Além disso, o projeto prevê rebaixamento de 1 metro da superfície assoreada que fica exposta com a maré baixa, para impedir o surgimento de mangues que ocorre devido ao afloramento.

Por se tratar de material arenoso sua dragagem é mais fácil, embora possua maior quantidade de água na sucção e recalque. O material dragado será conduzido da base da bomba de sucção e recalcado por um tubo de PVC (Poli Cloreto de Vinila) de 50 metros de comprimento que será submerso 2 metros, até encontrar a parede do muro de sustentação dos sedimentos. Após a montagem do equipamento de dragagem, a motobomba deverá trabalhar no período diurno para diminuir qualquer risco erosivo.

A seção trapezoidal considerada para este projeto mede 10 metros de boca, 2 metros de profundidade e 6 metros na base, totalizando uma seção de 16 metros quadrados por 30 metros de comprimento (Figura 3). Desta maneira, determinou-se o volume de sedimentos a ser dragado e a sua disposição no porto.

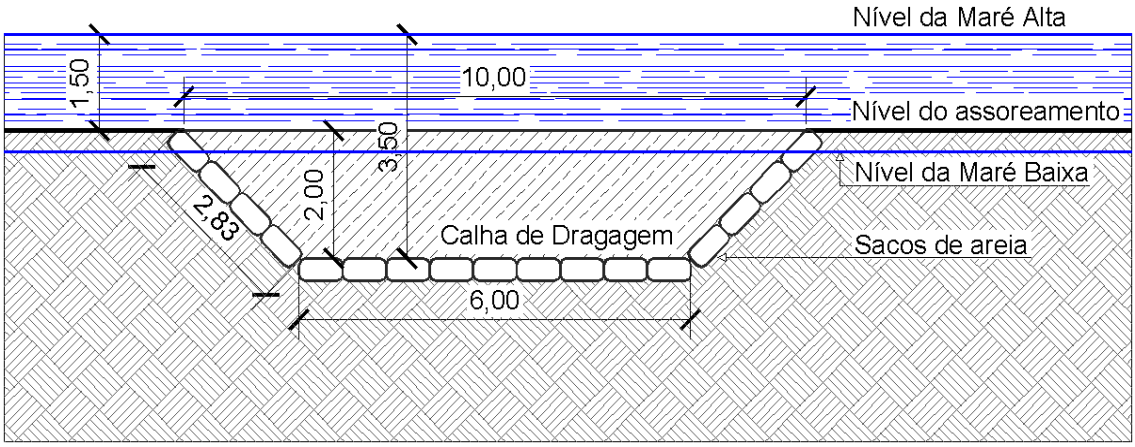


Figura 3. Seção Longitudinal da Dragagem do Assoreamento.

Fonte: Do autor

Para o preenchimento do aterro do muro de contenção, o tubo de PVC deverá ser posicionado na cota da base interna do muro, de forma que o material dragado preencha os espaços de baixo para cima, até atingir a cota de nível suficiente para igualar a altura do muro.

Para a rampa de barcos serão construídas duas muretas inclinadas da água até atingir a cota de terreno seco. No espaço interno das muretas será lançado o material dragado até atingir o nível suficiente para receber a laje de concreto (ANEXO II).

5.3.1. Recalque do Aterro

O recalque não foi considerado para o cálculo do volume de aterro.

5.3.2. Definição da Jazida e dos Sedimentos Dragados

A definição da jazida foi determinada por ser um ponto estratégico e problemático para as embarcações e a economia do local.

Por meio desse projeto, novos modelos de dragagens com propósito de desassoreamento do Mar Pequeno e reutilização do material dragado para aterro surgirão. Vale ressaltar que a Prefeitura Municipal de Ilha Comprida possui

sondagens subaquáticas e levantamento batimétrico realizados na foz do Valo Grande em frente ao Balneário Marisol (BASENG Engenharia e Construção Ltda). Esta sondagem foi usada como parâmetro para definição do leito do Mar Pequeno neste projeto (ANEXO III).

Quanto ao tipo de sedimento existente, foram retiradas amostras de vários pontos ao redor do local para determinar a granulometria correta e, assim, identificou-se a presença de areia fina em sua totalidade.

A profundidade máxima de retirada dos sedimentos são 2 metros em relação a parte aflorada na maré baixa, de modo que fica fácil a mobilidade do tubo de sucção da moto bomba.

O parâmetro de sondagem adotado foi o realizado pela empresa (BASENG Engenharia e Construção Ltda) no Mar Pequeno, próximo ao porto da balsa em frente ao Balneário Marisol em 2005.

Para determinar a área exata do estudo foi realizado o levantamento Planialtimétrico da Jazida (ANEXO IV), com o aparelho topográfico posicionado nas seguintes coordenadas georreferenciada: E=216806.514 e N=7244850.096, localizadas sobre o trapiche. Deste ponto, foi elaborado a topobatimetria da profundidade do canal.

O desenho “Localização da Jazida” (ANEXO V) mostra o detalhamento do conjunto de dragagem e aterro da orla. Também foram elaborados perfis transversais e longitudinais da área (ANEXO VI).

O material será depositado como aterro cuja contenção será feita com rachão e manta geotextil que permite a saída da água e garante que o material fino arenoso fique contido. Com o acúmulo dos sedimentos lançados atrás do muro de arrimo ocorrerá um processo natural de decantação, uma vez que o material depositado é mais pesado que a água.

O controlador da boca do tubo de recalque deverá mudar de posição assim que a cota de aterro for atingida. Isso faz com que equipamentos para serviços de terraplenagem sejam desnecessários.

5.3.3. Localização do aterro

O aterro fica ao redor da Orla da Vila de Pedrinhas, em frente ao Mar Pequeno, e os sedimentos lançados ficarão atrás do muro de contenção e na rampa de embarque e desembarque de barcos (ANEXO VII).

5.3.4. Construção para armazenamento dos sedimentos

O armazenamento dos sedimentos será feito por meio da construção de um muro executado com rachão espessura de 0,60 m e altura 2,00 m.

O rachão deverá ser assentado com argamassa na medida 1:2:8 (1 lata de cimento, 2 latas de cal e 8 latas de areia média) de modo a fixar o muro; sua parte interna deverá ser revestida de manta geotextil que permitirá a passagem da água e reterá o material arenoso da dragagem.

5.3.5. Material de remoção da Jazida

De acordo com o desenho “Localização da Jazida” (ANEXO VII), a área da jazida é de 6.501.22 m^2 e, considerando os parâmetros de sondagem que mostram uma camada de areia de no mínimo 4,00 m de espessura. Pode-se afirmar que o volume de areia da jazida é superior a 26.000 m^3, o que é suficiente para atender a etapa de aterro na Orla de Pedrinhas. Esta sobra de sedimento a ser dragado poderá ajudar no aterro de ruas e nas áreas baixas que necessitam de aumento de cota.

5.4. Orçamento

A tabela 1 apresenta o orçamento dos serviços de dragagem, aterro na Orla da Vila das Pedrinhas, muro de arrimo e rampa de acesso para embarcações.

Tabela 1. Planilha Orçamentária.

	Descrição Material / Mão de Obra	Valor (R$)
1	Rampa para embarcações	22.000,00
2	Muro de Arrimo – largura 0,60m x 2,00m (Rachão) .	55.000,00
3	Manta geotextil - m^2	14.000,00
4	Saco de linhagem	8.100,00
5	Levantamento Planialtimétrico	3.500,00
6	Elaboração de projetos para execução da obra	2.300,00
7	Dragagem	
7.1	Custo de Mobilização / Desmobilização da Obra	60.000,00
7.2	Custo Dragagem para 60 dias	285.600,00
Total		***450.500,00***

O montante necessário para realização da dragagem, aterro do porto e construção da rampa de acesso aos barcos é irrisório considerando que 600 moradores e mais de 1000 turistas e visitantes serão beneficiados pela obra.

6. RESULTADOS

Após a instalação do aparelho e da realização do levantamento planialtimétrico da margem do porto, foi feita a batimetria do canal e do banco de areia assoreado. Este levantamento foi fundamental para o projeto e teve que ser realizado com a maré baixa para facilitar o acesso a todo o local (Figura 7). Com as cotas do fundo do canal e do assoreamento levantadas, teve-se as informações necessárias para compreender e desenvolver esse projeto. Por tanto, com a implantação total do projeto e conseqüente melhora do acesso de barcos ao porto, aumenta-se o turismo local, minimiza-se a formação de mangues em frente à Vila, além de melhorar a estética do porto. Em suma, este projeto viabiliza a economia local e pode ser implantado em outros locais da Ilha.

Segundo BRANDALIZE (2010), o levantamento topográfico divide-se em levantamento topográfico planimétrico, que representa as feições do terreno no plano horizontal através de suas coordenadas x e y (bidimensional), e levantamento topográfico altimétrico que, além de representar as feições do terreno no plano horizontal, também mostra um plano de referência vertical ou de nível, através das coordenadas x,y e z (tridimensionais). À junção dos métodos planimétrico e altimétrico dá-se o nome de Topometria, mais conhecida como Planialtimetria.

“A batimetria é a medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios, através de curvas batimétricas que unem pontos de mesma profundidade e com equidistâncias verticais (semelhante às curvas de nível obtidas em topografia). Ela pode ser utilizada para diversas finalidades como o cálculo de volume de uma represa e desenho de seu leito através de perfis batimétricos”. (ANDOLFATO; FRANCO, 2009).

Figura 4. Foto do assoreamento do Porto de Pedrinhas. Vista frontal.

Fonte: Do autor

Figura 5. Foto do assoreamento do Porto de Pedrinhas. Vista lateral esquerda.

Fonte: Do autor

Figura 6. Foto do assoreamento do Porto de Pedrinhas. Vista lateral direita.

Fonte: Do autor

Figura 7. Foto do assoreamento do Porto de Pedrinhas. Vista lateral direita com maré baixa.

Fonte: Do autor

Figura 8. Foto do assoreamento do Porto de Pedrinhas. Vista lateral esquerda com maré baixa.

Fonte: Do autor

7. CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados no presente trabalho, é possível concluir que o projeto é viável pelo seu baixo custo e por resolver dois problemas locais, o assoreamento do Mar Pequeno e o aterro do porto, beneficiando a comunidade e a economia da região. Ademais, a Prefeitura do Município poderá pleitear verba junto ao FEHIDRO (Fundo Estadual de Recurso Hídricos) para execução da obra.

8. REFERÊNCIAS

ALAD/CBD. 1972. Dragagem: Bibliografia. Associação Latino-Americana de Dragagem e Companhia Brasileira de Dragagem.

ANDOLFATO, S.H.D.; FRANCO, T.C.R. Levantamento topobatimétrico: determinação do volume e leito de uma represa no "Córrego dos Pereiras". Revista Agrogeoambiental, v.1, n.1, 2009.

APA ILHA COMPRIDA. Regulamentação: Decreto n° 30.81 7 de 30 de novembro de 1989. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/ilha_comprida.htm, Acessado em 19/06/2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502. Ensaio de granulometria. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BASENG ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO LTDA, projeto de sondagem subaquática e batimetria realizado para a Prefeitura Municipal de Ilha Comprida.

BRANDALIZE, M.C.B. Apostila de Topografia. Disponível em: http://www2.uefs.br/geotec/apostilas.htm, Acessado em: 24/03/2010.

BRAY, R.N.; BATES, A.D.; LAND, J.M. 1997. *Dredging, a Handbook for Engineers*. John Wiley & Son, Inc. Second edition. New York. 434p.

Compton's Interactive Encyclopedia, 1998 Edition. Disponível em: http://www.learningco.com. Acessado em: 12/01/2009.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 344. Disponível em: http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/res34404.xml. Acessado em 23 de julho de 2009.

GE Study Report. 1998. Dredging: Wrong Answer. Disponível em: http://www.hudsonwatch.com/dredging.html, acessado em 20/03/2010.

GIBERTONI, C.A.C. A lei de modernização dos portos, 1998. Disponível em: http://www.geocities.com/~ambitojuridico/da0016.html, acessado em 26/03/2010.

GLOSSARIO DE TERMOS USADOS NA TERRAPLENAGEM. Disponível em http://umarizal.com/glossario, acessado em 26/03/2010.

GOES FILHO, HA. Dragagem e gestão dos sedimentos. 2004. 162p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LONG, E.R., MACDONALD, D.D., SMITH, S.L.; CALDER F.D. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management, v. 19, n. 1, p. 81-97, 1995.

Projeto executivo de drenagem da área central do Município de Ilha Comprida (relatório final). Prefeitura Municipal de Ilha Comprida e DRA Consult Engenharia Ltda, 01 de junho de 2006.

ROLLINGS, M. E.; ROLLINGS, R. Consolidation and Related Geotechnical Issues at the 1997 New York Dumping Site. In: *Proceedings of the 15th World Congress of WEDA*, pp 1-16, Las Vegas, Nevada, USA, 1998.

VELLINGA, T. *Guide de Gestion des Matériaux de Dragage*, Rapport Spécial de la Commisssion Permanente de l´Environment, International Navigation Association (PIANC), Bruxelles, Belgique, 1998.

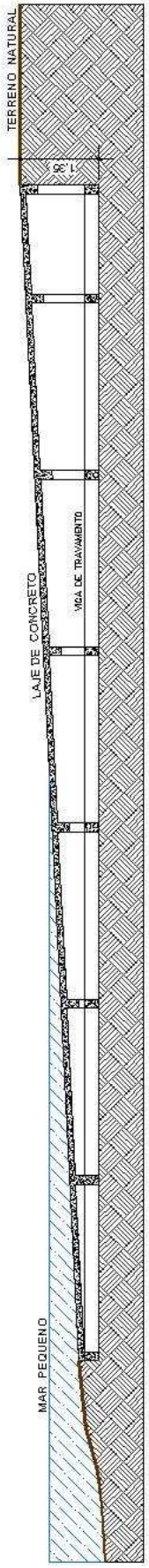
SANTOS, A.R. Valo Grande: uma ferida aberta de enorme carga didática. Disponível em: http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=31786. Acessado em: 10/03/2010..

TORRES, R.J. Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS. 2000. 179p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2000.

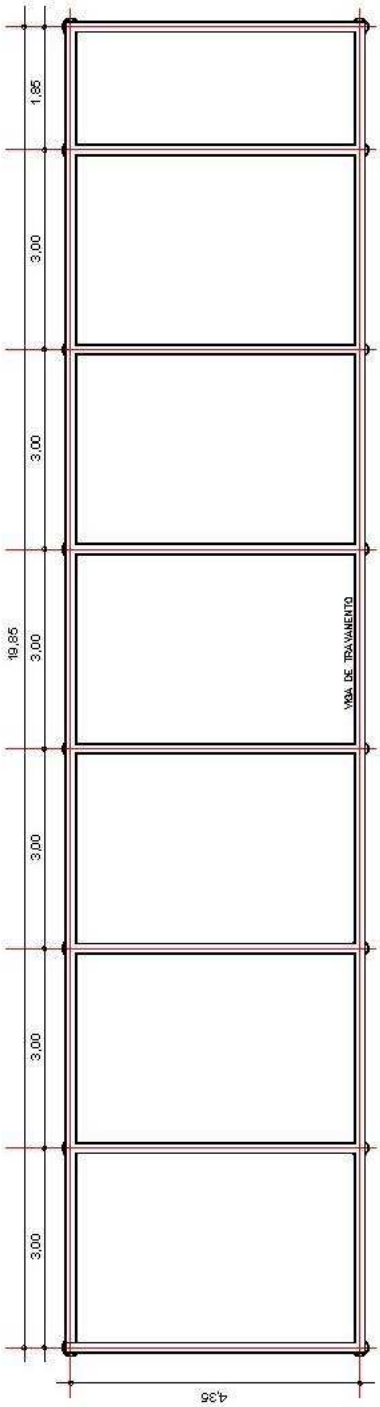
ANEXOS

ANEXO I. Mapa da Ilha Comprida

ANEXO II. Projeto da rampa para embarcações.

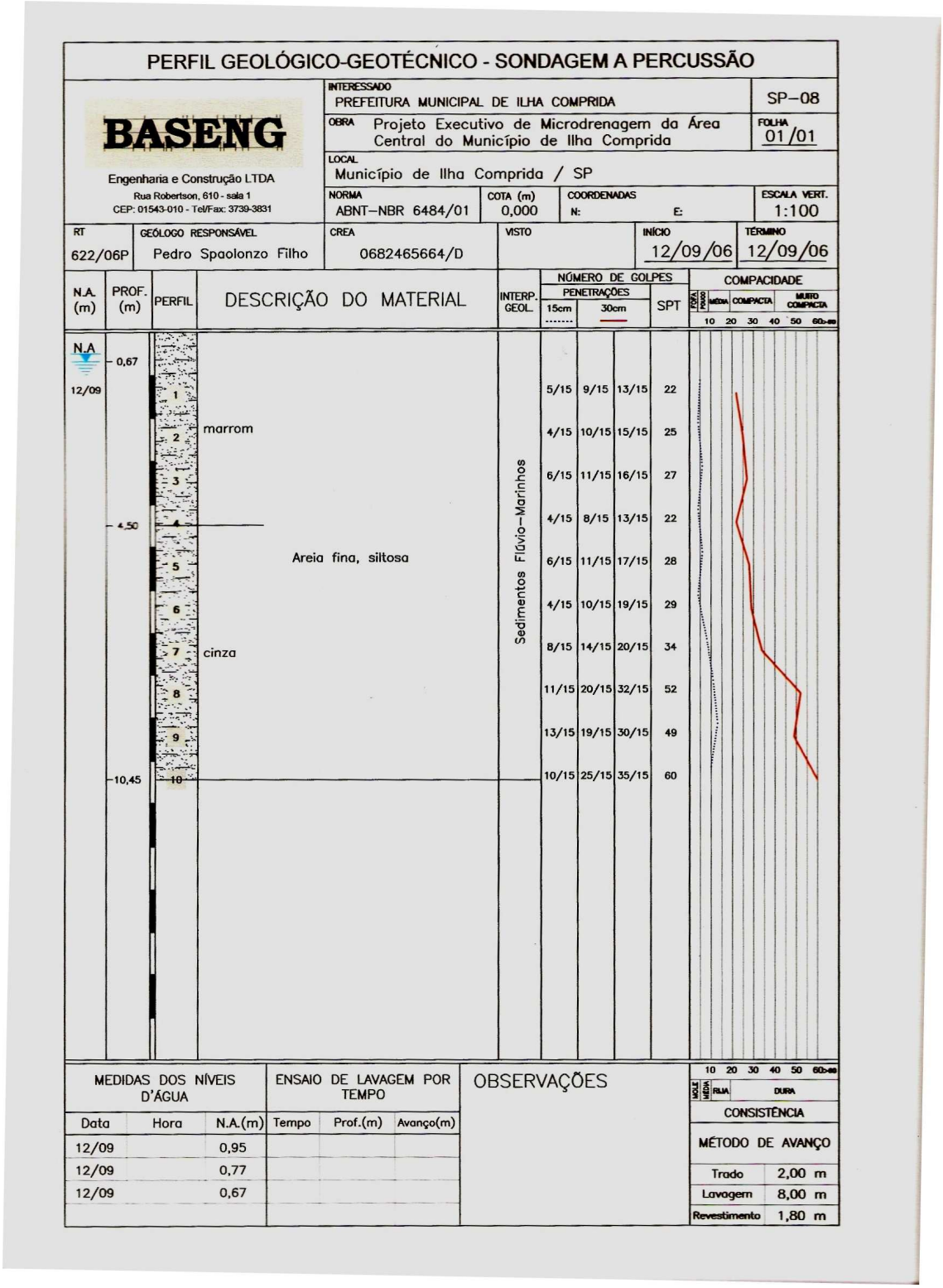


CORTE LONGITUDINAL - Rampa para Barcos



PLANTA BAIXA - Rampa para Barcos

ANEXO III. Sondagem realizada em frente ao Balneário Marisol no Mar Pequeno. Fonte: Prefeitura Municipal de Ilha Comprida.



PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO - SONDAGEM A PERCUSSÃO

BASENG
Engenharia e Construção LTDA
Rua Robertson, 610 - sala 1
CEP: 01543-010 - Tel/Fax: 3739-3831

INTERESSADO: PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA COMPRIDA
SP–08
OBRA: Projeto Executivo de Microdrenagem da Área Central do Município de Ilha Comprida
FOLHA: 01/01
LOCAL: Município de Ilha Comprida / SP
NORMA: ABNT–NBR 6484/01
COTA (m): 0,000
COORDENADAS: N: E:
ESCALA VERT.: 1:100
RT: 622/06P
GEÓLOGO RESPONSÁVEL: Pedro Spaolonzo Filho
CREA: 0682465664/D
VISTO:
INÍCIO: 12/09/06
TÉRMINO: 12/09/06

N.A. (m)	PROF. (m)	PERFIL	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	INTERP. GEOL.	NÚMERO DE GOLPES / PENETRAÇÕES 15cm	30cm	SPT
N.A 12/09	0,67	1	marrom	Sedimentos Flúvio–Marinhos	5/15	9/15	13/15	22
		2			4/15	10/15	15/15	25
		3			6/15	11/15	16/15	27
	4,50	4			4/15	8/15	13/15	22
		5	Areia fina, siltosa		6/15	11/15	17/15	28
		6			4/15	10/15	19/15	29
		7	cinza		8/15	14/15	20/15	34
		8			11/15	20/15	32/15	52
		9			13/15	19/15	30/15	49
	10,45	10			10/15	25/15	35/15	60

COMPACIDADE: FOFA / POUCO, MÉDIA, COMPACTA, MUITO COMPACTA — 10 20 30 40 50 60>60

MEDIDAS DOS NÍVEIS D'ÁGUA		
Data	Hora	N.A.(m)
12/09		0,95
12/09		0,77
12/09		0,67

ENSAIO DE LAVAGEM POR TEMPO		
Tempo	Prof.(m)	Avanço(m)

OBSERVAÇÕES

CONSISTÊNCIA: MOLE, MÉDIA, RÍJA, DURA — 10 20 30 40 50 60>60

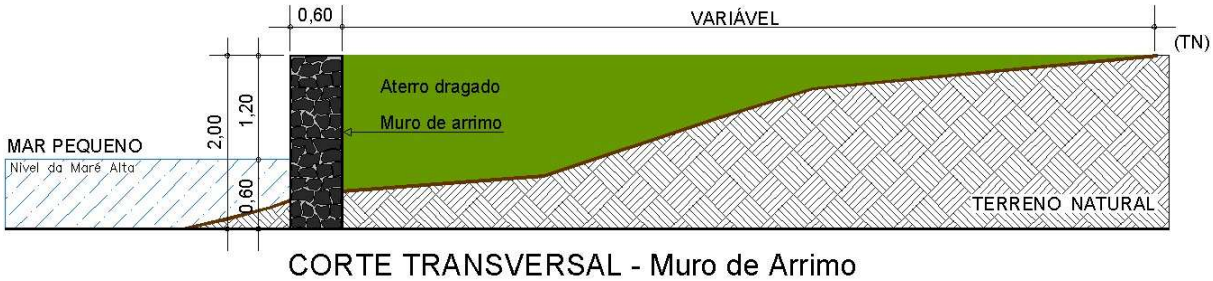
MÉTODO DE AVANÇO	
Trado	2,00 m
Lavagem	8,00 m
Revestimento	1,80 m

ANEXO IV. Levantamento Planialtimétrico da Jazida

ANEXO V. Localização da Jazida

ANEXO VI. Perfis transversais e longitudinais da área.

ANEXO VII. Corte transversal do muro de arrimo.



CORTE TRANSVERSAL - Muro de Arrimo