



INPH : 008 / 2015 - Rev.00

CÓDIGO : Santos - 900

**REANÁLISE SOBRE A ESTABILIDADE DE TALUDES  
JUNTO AOS BERÇOS DE ATRACAÇÃO EM FUNÇÃO DO  
ATUAL ANTEPROJETO DE DRAGAGEM DO INPH**

**COMPLEXO PORTUÁRIO DE SANTOS – SP**



**JANEIRO / 2015**



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS GERAIS DO PROJETO DE DRAGAGEM</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOTECNIA VIGENTE NO CANAL DE DRAGAGEM</b>	<b>5</b>
3.1	<i>Estabilidade dos Cais e Taludes Submersos</i>	7
3.2	<i>Análise das Seções Transversais</i>	9
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esse relatório objetiva verificar a conformidade do projeto geométrico do canal de acesso definido no Relatório INPH n° 049/2013, intitulado “**Anteprojeto de Dragagem de Manutenção e de Readequação da Geometria do Canal de Acesso Aquaviário e dos Berços de Acostagem do Complexo Portuário de Santos – SP**”, em relação à estabilidade dos taludes submersos de dragagem junto aos berços de atracação do Porto de Santos, de acordo com os estudos do Eng° Constantino Angelino Neto, consultor da CODESP para assuntos relacionados às estruturas dos diversos tipos de cais existentes naquele porto.

Sendo assim, este relatório reanalisa a questão da estabilidade de taludes junto aos berços de atracação daquele porto, considerando, além do Relatório INPH N° 049/2013, os seguintes documentos adicionais:

- **Relatório 012/2009**, de Maio/2009, intitulado “**Dragagem de Aprofundamento no Porto de Santos - Relatório Técnico de Estabilidade**”, de Maio/2009, elaborado por este instituto e que deu subsídio ao projeto de dragagem de aprofundamento no porto, desenvolvido à época, também pelo INPH;
- **Relatório C-755/94-13**, de Setembro/2013, que analisa a estabilidade dos taludes junto aos berços de atracação do Porto de Santos, em função das respectivas profundidades de projeto, elaborado pelo Eng° Constantino Angelino Neto, para a CODESP; e
- **Ofício DI-GD/1071.13**, datado de 07/10/2013, que além de encaminhar à SEP o Relatório C-755/94-13, já mencionado, anexa tabela ilustrativa com as distâncias mínimas previstas entre a área efetiva de dragagem e os diversos berços analisados.

## 2 ASPECTOS GERAIS DO PROJETO DE DRAGAGEM

Com vistas a dar continuidade ao programa de aprofundamento do canal de navegação e dragagens de berços e seus acessos o Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias - INPH foi solicitado a elaborar o *Anteprojeto de Dragagem de Manutenção e de Readequação da Geometria do Canal de Acesso Aquaviário e dos Berços de Acostagem do Complexo Portuário de Santos – SP*.

O Complexo Portuário de Santos encontra-se em constante evolução. Como previsto, o projeto de aprofundamento para a cota -15 m de 2007 fomentou a expansão do porto com a implantação de novos terminais, readequação de terminais existentes e execução de obras de reforço estrutural nas instalações de atracação de terminais de forma a aumentar seu caldo operacional. Para otimizar os acessos aquaviários e promover melhorias no trânsito de embarcações de maior porte no trecho mais a montante do estuário, o projeto geométrico do canal de acesso principal foi redesenhado.

O canal praticado atualmente em Santos, definido no projeto anterior de aprofundamento do porto, Relatório INPH nº 018 / 2007, foi a linha mestre dos ajustes delineados para a readequação do canal. O projeto atual contempla ajustes e melhorias no traçado geométrico do canal de navegação, como o alargamento de trechos críticos, sobrelargura de curvas e suavização de deflexões no alinhamento do canal, comportando demandas feitas pela Autoridade Portuária e pela praticagem do porto. Foram instituídas, ainda, bacias e áreas de manobra ao longo do canal de forma a atender os novos terminais instalados e definidas armadilhas de sedimento – “*sand traps*” – previstas para concentrar esforços e ampliar a vida útil das intervenções de dragagem no canal externo. A participação do Porto de Santos no Programa de Dragagens e Arrendamentos do Governo Federal também foi considerada no projeto.

A largura do canal projetado é de no mínimo 220 m, de forma a ainda permitir, como hoje ocorre em alguns trechos não sinuosos e mais alargados, o cruzamento de navios, de acordo com as características das embarcações e carga que transportam.

As relações apresentadas na Tabela 1, extraídas do *Comitê de recomendações para obras portuárias – CROPOR – da PORTOBRÁS*, indicam as declividades dos taludes consideradas estáveis conforme os diversos tipos de solo, desde que não haja ocorrência de correntes e ondas ou gradientes de pressão d’água.

Tendo em vista os resultados dos levantamentos geológicos realizados anteriormente, e seguindo o que foi adotado no Relatório INPH nº 018/2007, nesse projeto foi adotado **um talude médio de 1/6** para todo o canal, incluindo os berços e seus acessos e as bacias de manobra.

**Tabela 1 - Relação entre tipo de solo e talude do canal de acesso. Fonte: CROPOR.**

<b>Tipo de solo</b>	<b>Talude</b>
Rocha	próximo à vertical
Argila rija a média	1/1 a 1/3
Argila arenosa	1/3 a 1/4
Areia grossa a fina	1/4 a 1/6
Areia fina siltosa	1/6 a 1/10
Argila mole e vasa	acima de 1/10

Destaca-se que a definição de um talude médio de projetos reflete o talude de segurança considerado estável e esperado para o terreno. Sua declividade tem uma apreciável influência na quantificação dos volumes a dragar. Entretanto o talude efetivo decorrente da dragagem é resultado da acomodação natural do terreno mediante a escavação de lances sucessivos de taludes aproximadamente verticais executados pelas dragas, o qual pode apresentar inclinação diferente da especificada.

### 3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOTECNIA VIGENTE NO CANAL DE DRAGAGEM

A baixada Santista constitui-se numa bacia sedimentar, que apresenta no seu topo, um perfil variável de camadas alternadas de areias e argilas, tendo ocorrido, pelo menos, dois ciclos de sedimentação entremeados por intenso processo erosivo, associados com dois processos transgressivos, de níveis marinhos mais elevados que o atual, originando dois tipos de sedimentos argilosos com propriedades geotécnicas distintas.

Investigações geológico-geotécnicas realizadas na área da Cosipa, permitiram identificar a seguinte sequência, a partir da superfície:

#### a) Sedimentos de mangues e pântanos (SMG):

- mangue arenoso: espessura entre 1,5m e 5,5m, constituído por areia fina pouco argilosa a argilosa, predominantemente cinza-escura, fofa, com valores de SPT inferiores a 1 golpe;
- mangue argiloso: interdigitado no mangue arenoso, com espessura entre 0,2m e 3,3m, composto de argila orgânica, siltosa, com detritos vegetais, preta, muito mole e valores de SPT inferiores a 1 golpe.

#### b) Sedimentos flúvio-lagunares (SFL):

- argila de sedimentos flúvio-lagunares: espessura entre 12,0m e 30,6m, composta de argila siltosa e argila arenosa, cinza escura, com restos vegetais, plástica, muito mole a mole, com valores de SPT entre 1 golpe e 2 golpes;
- areia fina de sedimentos flúvio-lagunares: espessura entre 1,0m e 6,0m; intercalações de areia fina argilosa, cinza escura, pouco compacta a compacta, com valores de SPT inferiores a 1 golpe, porém, variando entre 2 golpes e 20 golpes, nas camadas mais espessas.

#### c) Areias transicionais holocências flúvio-marinhas ou litorâneas (SFM):

- areia fina a média de sedimentos flúvio-marinhos: espessura entre 1,0m e 3,5m; areia fina a média, pouco argilosa, cinza escura/clara, medianamente compacta a compacta, com valores de SPT entre 13 golpes e 33 golpes;
- areia grossa de sedimentos fluviais: espessura entre 1,3m e 3,6m; areia média a grossa e pedregulho fino a grosso, cinza clara, medianamente compacta a compacta, com valores de SPT variando entre 13 e 18 golpes (valores mais baixos) e superiores a 37 golpes (valores máximos).

De modo geral, esta distribuição pode ser considerada representativa dos sedimentos presentes no Estuário de Santos, estando coerente com a estratigrafia dos sedimentos da Baixada Santista, reconhecida a partir da análise de inúmeras sondagens (MASSAD, 1999).

Em síntese, a literatura técnica relata que as flutuações do nível relativo do mar tiveram papel essencial na definição das características geotécnicas de sedimentos e na morfologia e dinâmica costeiras, tais como os vestígios de drenagens escavadas e a existência de argilas sobreadensadas, associadas às argilas transicionais, usualmente ocorrentes abaixo de 20m de profundidade, cuja formação teria ocorrido em ambiente misto, continental e marinho, correspondendo a épocas de nível marinho mais rebaixado que o atual.

Sob o aspecto geológico-geotécnico, na área do Estuário de Santos, estão presentes espessas camadas de sedimentos quaternários, com dezenas de metros de espessura, constituídos por areias fofas e argilas de baixa consistência, de reduzida resistência mecânica e altamente compressíveis.

De forma resumida, então, pode-se afirmar que a Baixada Santista constitui-se numa bacia sedimentar, que apresenta um perfil sucessivo de camadas espessas e alternadas de areias e argilas de baixa resistência, cortadas por diversos rios que descem da Serra do Mar, cuja espessura é variável, alcançando, no litoral, valores entre 70 e 100 metros, dispostos sobre o embasamento cristalino, formado, predominantemente, por rochas gnáissicas e graníticas, que afloram local e esporadicamente.

Para a realização do Projeto de 2007 e após a interpretação preliminar dos registros sísmicos, batimétricos e sonográficos, foram executados mais de 300 (trezentos) furos pelo método jet-probe, no canal interno, com a coleta de amostras na superfície do fundo e a cada metro perfurado e/ou em cada nível onde o técnico mergulhador percebesse alterações na natureza, resistência ou coloração do material atravessado.

O método "Jet-probe", é capaz de fornecer informações sobre a composição e resistência relativa de solos incoerentes, situados abaixo de superfícies cobertas por água, tendo, como grande vantagem, a rapidez na execução e a sua flexibilidade em relação às condições existentes em áreas problemáticas de tráfego e acesso, como é o Estuário do Porto de Santos, que tendem a inviabilizar a aplicação de métodos de investigação mais tradicionais.

Neste sistema, o avanço do furo se deu pela força da água bombeada através de hastes de 3/4, acopladas, em série, a um extenso mangote ligado a um conjunto moto-bomba de alta pressão, situado à bordo de uma embarcação de apoio.

Dessa maneira, a água, injetada sob pressão para o interior do furo revestido por tubos de 2", retorna à superfície pelo espaço anelar, situado entre a parede do furo e o conjunto de hastes, carreando os sedimentos, que são recolhidos em sacos de pano, transferidos para sacos plásticos transparentes e classificados de acordo com a nomenclatura da ABNT.

Os mergulhadores que operavam o sistema de sondagem, foram orientados a avançar com a ferramenta de perfuração até o impenetrável ao jet-probe em todos os furos, objetivando alcançar as máximas penetrações possíveis, mesmo que, para isto, deixasse de ocorrer a recuperação de amostras ao longo de toda a coluna perfurada.

Assim, para a análise de cada seção escolhida, é importante observar a projeção geométrica do talude adotado, **após o corte de dragagem entre soleiras**, bem como a informação do solo disponível próxima a seção, JET-PROBE INTERNOS (JPI).

### 3.1 Estabilidade dos Cais e Taludes Submersos

O Relatório C-755/94-13, elaborado pelo engenheiro Constantino Angelino Neto, encaminhado pela CODESP, faz uma análise da estabilidade dos cais existentes ao longo do Porto de Santos.

Após a identificação dos tipos de cais existentes e parâmetros considerados, o estudo avaliou suas estabilidades através da pesquisa de uma superfície crítica de ruptura que origina-se na retroárea, passa por baixo da estrutura do cais e avança pelo leito do canal, formando uma cunha de ruptura por escorregamento. A carga que provoca o colapso do cais é o peso da estrutura, somado ao peso do aterro e à sobrecarga operacional, e a força resistente é o atrito na superfície de ruptura mais o peso do solo do lado do mar contido na superfície de ruptura.

Para garantir a estabilidade da estrutura, foi estabelecido um patamar horizontal a ser mantido em frente ao cais na sua profundidade de projeto. Dessa forma assegura-se que o peso desse solo contribua integralmente para a estabilidade do talude.

De acordo com o relatório, resumidamente, tem-se os casos típicos:

1. Cais de gravidade, tipo muralha de peso, cuja cota de projeto do fundo do mar é - 7,3 m;
2. Cais do tipo Dinamarquês com laje de alívio estaqueada e cortina de estacas-pranchas, cuja cota de projeto do fundo do mar varia entre -11,3 e 15,0 m; e
3. Cais tipo píer, aberto, sem cortina onde a cota de projeto do fundo do mar varia entre 12,7 e 15 m.

A Tabela 2 relaciona os berços considerados pelo projeto, sua localização em relação aos cabeços do porto, sua profundidade de projeto, tipo do cais e patamar horizontal recomendado para garantir a estabilidade.

**Tabela 2 - Relação dos berços considerados pelo projeto, sua localização em relação aos cabeços do porto, sua profundidade de projeto, tipo do cais e patamar horizontal recomendado para garantir a estabilidade.**

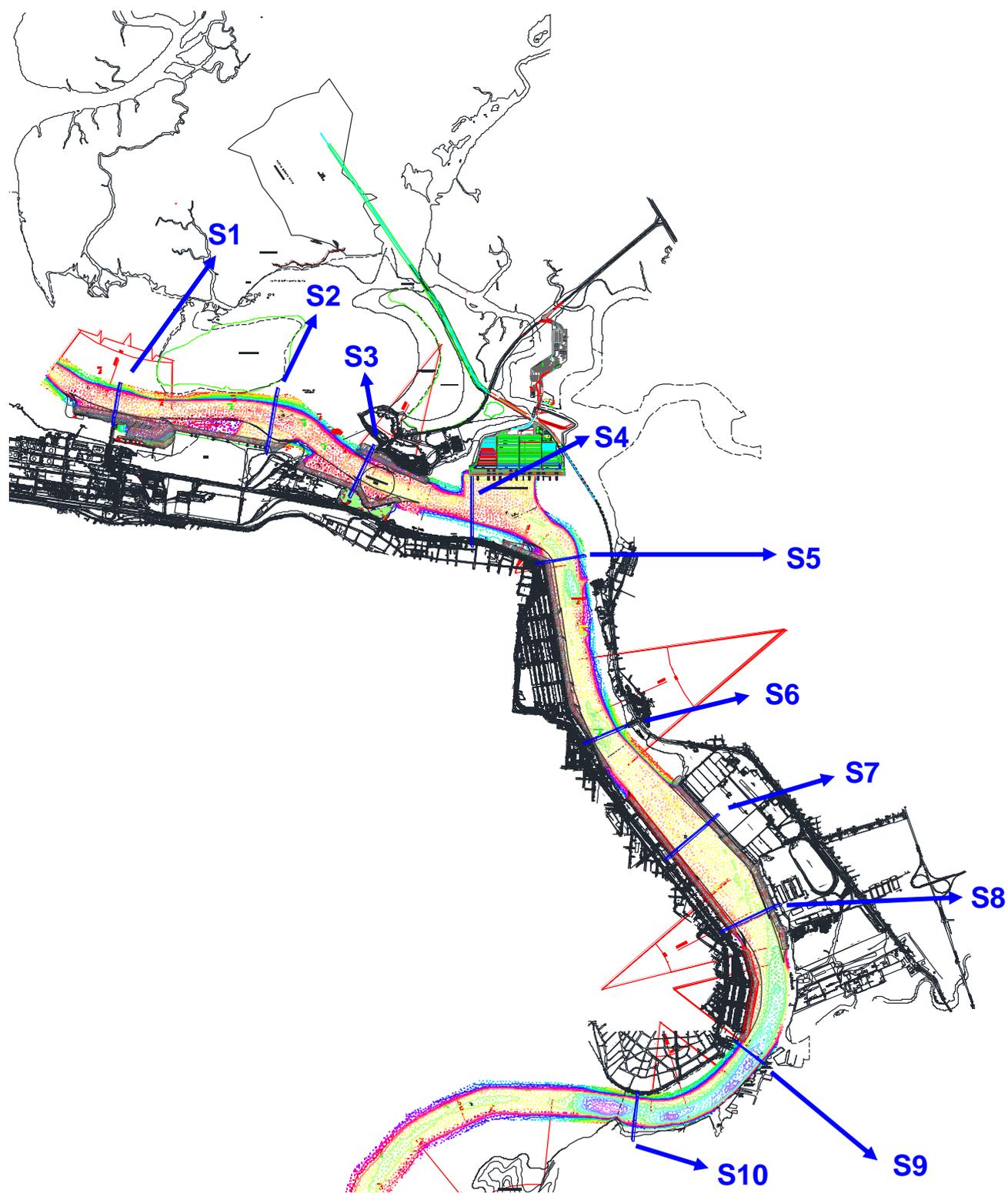
Nº	Local	Cabeços	Profundidade de Projeto (m - DHN)	Tipo de Cais	Patamar Horizontal Recomendado (m)
1	Pier de Barcaça da Alamoia		7,00	aberto	0
2	Alemoa 01	9/15	12,70	aberto	0
3	Alemoa 02	16/22	12,70	aberto	0
4	Alemoa 03	23/30	12,70	aberto	0
5	Alemoa 04	30/36	12,70	aberto	0
6	Ilha Barnabé / SP	455/446	10,30	dinamarquês	40
7	Ilha Barnabé / BC	446/437	10,30	dinamarquês	40
8	COPAPE		15,00	aberto	0
9	BTP		15,00	aberto	0
10	Cais do Saboó 01	41/48	10,70	dinamarquês	40
11	Cais do Saboó 02	48/56	10,70	dinamarquês	40
12	Cais do Saboó 03	56/64	10,70	dinamarquês	40
13	Cais do Saboó 04	60/64/71	10,70	dinamarquês	40
14	CORTE do Saboó	72/80	10,70	dinamarquês	40
15	VALONGO	A/L	15,00	dinamarquês	40
16	Armazém 10	141/147	7,30	peso	15
17	Armazém 11	147/153	7,30	peso	15
18	Armazém 12	153/159	11,30	dinamarquês	40
19	Armazém 12-A	160/168	11,30	dinamarquês	40
20	Armazém 13/14	168/175	11,30	dinamarquês	40
21	Armazém 15	175/181	11,30	dinamarquês	40
22	Armazém 16/17	182/192	13,50	dinamarquês	40
23	Armazém 19	192/203	13,00	dinamarquês	40
24	Armazém 20/21	203/213	13,00	dinamarquês	40
25	Armazém 22	213/218	11,30	dinamarquês	40
26	Armazém 23	218/224	11,30	dinamarquês	40
27	CURVA do Armazém 23	224/229	8,30	peso	15
28	Armazém FRIGORÍFICO	229/234	8,30	peso	15
29	Armazém 25	234/239	8,30	peso	15
30	SUGADOR do Armazém 26	239/246	8,30	peso	15
31	Armazém 27	246/252	8,30	peso	15
32	Armazém 29	275/282	11,70	dinamarquês	40
33	Armazém 29/30	282/287	11,70	dinamarquês	40
34	Armazém 30	287/293	11,70	dinamarquês	40
35	Armazém 31	293/300	11,70	dinamarquês	40
36	Armazém 31/32	300/307	11,70	dinamarquês	40
37	Armazém 32	307/313	11,70	dinamarquês	40
38	Armazém 33	313/321	11,70	dinamarquês	40
39	Armazém 33/34	321/325	11,70	dinamarquês	40
40	Armazém 35 Ponto 1 (Arm34+35)	325/338	13,50	dinamarquês	40
41	Armazém 35 Ponto 2 (35.1+35.2)	338/352	13,50	dinamarquês	40

Nº	Local	Cabeços	Profundidade de Projeto (m - DHN)	Tipo de Cais	Patamar Horizontal Recomendado (m)
42	Armazém 37 Pontos 1 e 2	366/379	13,70	dinamarquês	40
43	Armazém 38	379/391	13,70	dinamarquês	40
44	Armazém 39	391/401	13,70	dinamarquês	40
45	TEAG		13,00	aberto	0
46	TEG		13,00	aberto	0
47	TERMAG	409/416	14,20	aberto	0
48	TGG	402/409	14,20	aberto	0
49	TECON 4	396/405	15,00	dinamarquês	40
50	TECON 3	405/416	15,00	dinamarquês	40
51	TECON 2	416/426	13,70	dinamarquês	40
52	TECON 1	426/437	13,70	dinamarquês	40
53	TEV	437/452	13,70	dinamarquês	40

### 3.2 Análise das Seções Transversais

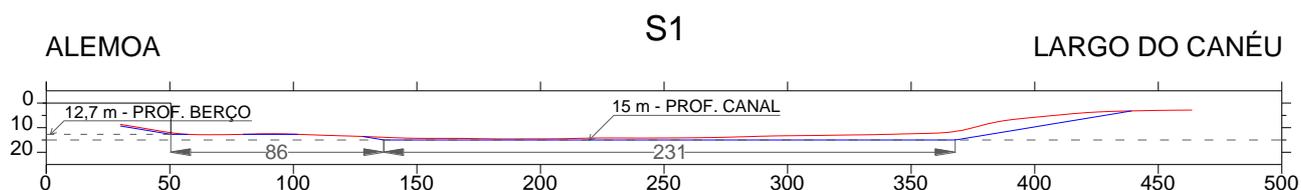
Para ilustrar as considerações utilizadas no projeto, foi feita a análise de 10 seções escolhidas, ilustradas na Figura 1, com previsão de talude 1/6 adotado, verificando sua adequação aos parâmetros propostos na tabela acima.

São apresentados, também, os boletins de sondagem jet probe referentes a cada seção.



**Figura 1 - Seções Típicas da Barra na Ponta da Praia a Alamoá.**

## SEÇÃO 1- ALEMOA



**Figura 2.- Seção 1 entre o píer da Alemoa e o Largo do Canéu. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

A Seção 1 estende-se perpendicularmente ao píer da Alemoa, na margem direita (lado esquerdo da figura acima) e não tem nenhuma estrutura na sua margem esquerda. O berço em frente ao cais tem profundidade de projeto de 12,7 m e o cais é do tipo aberto, não necessitando de patamar horizontal para a sua estabilidade.

O material predominante naquela região é de argilas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, etc.

As sondagens JPI-190 e JPI-188, conforme boletins abaixo assim o demonstram.

A figura mostra que existe uma distância de 86 m entre a soleira do canal e o alinhamento do berço.

Portanto, a Seção 1 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE (margem de Santos)**

Furo: JPI-190

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-12,60	Argila pouco siltosa, com nódulos de argila rija, com fragmentos de conchas, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-15,60	Limite de sondagem.
		Obs.: Haste prosseguiu até 4,00m (-16,60m), sem recuperação de
		amostra.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE (margem de Guarujá)**

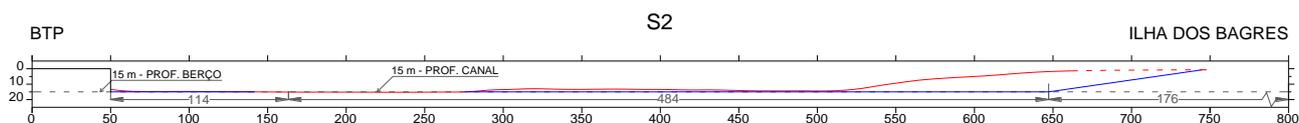
Furo: JPI-188

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-12,60	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-16,60	Limite de sondagem.
		Obs.: Haste prosseguiu até 4,50m (-17,10m), sem recuperação de
		amostra.

## SEÇÃO 2 – BTP



**Figura 3.- Seção 2 entre o píer da BTP e a Ilha dos Bagres. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

Próxima a Ilha de Bagres, a Seção 2 estende-se perpendicularmente ao terminal da BTP na margem direita (lado esquerdo da figura acima) e a Ilha dos Bagres, onde não encontra nenhuma estrutura de cais. O berço em frente ao cais tem profundidade de projeto de 15,0 m e o cais é do tipo aberto, não necessitando de patamar horizontal para a sua estabilidade.

O material predominante naquela região é de argilas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, etc.

As sondagens JPI-145 e JPI-146, conforme boletins abaixo assim o demonstram.

A figura mostra que existe uma distância de 114 m entre a soleira do canal e o alinhamento do berço da BTP.

Portanto, a Seção 2 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem Santos)**

Furo: JPI-145

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-8,00	Argila siltosa, com fragmentos de conchas e restos vegetais, plástica, cinza escura a preta.
2,00	-10,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rijá, plástica, cinza escura a preta.
5,00	-13,00	Limite de sondagem.
		Obs.: Haste prosseguiu até 5,50m (-13,50m), sem recuperação de
		amostra.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem Guarujá)**

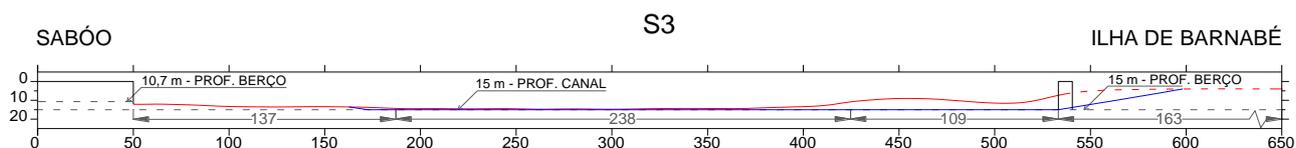
Furo: JPI-146

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-7,00	Argila siltosa, com fragmentos de conchas, plástica, cinza escura a preta.
2,00	-9,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, com fragmentos de conchas, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-10,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-11,00	Limite de sondagem.
		Obs.: Haste prosseguiu até 5,50m (-12,50m), sem recuperação de

### SEÇÃO 3 – SABÓO / BARNABÉ



**Figura 4.- Seção 3 entre o Cais do Sabóo e o Cais da COPAPE, na Ilha de Barnabé. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

A Seção 3 da região do Sabóo cruza o canal entre o Cais do Sabóo 4 na sua margem direita (lado esquerdo da figura acima) e o Cais da COPAPE na sua margem esquerda. O Cais do Sabóo dista 137 m do limite de dragagem (soleira) e sua profundidade de projeto é de 10,7 m. É do tipo dinamarquês e seu patamar horizontal recomendado é de 40 m. O cais da COPAPE é do tipo aberto não necessitando de patamar horizontal para a sua estabilidade. Sua profundidade de projeto é a mesma do canal principal, 15,0 m, e a distância entre a soleira projetada do canal e o paramento do cais é de 109 m.

O material predominante naquela região é de argilas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, e lentes de areia fina, conforme indicam os boletins JPI-170 e JPI-115 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 3 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-170

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-11,00	Argila siltosa, cinza escura a preta.
1,00	-12,00	Areia fina, pouco argilosa, cinza escura a preta.
2,00	-13,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-15,00	Argila pouco arenosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
6,00	-17,00	Limite de sondagem.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem do Guarujá)**

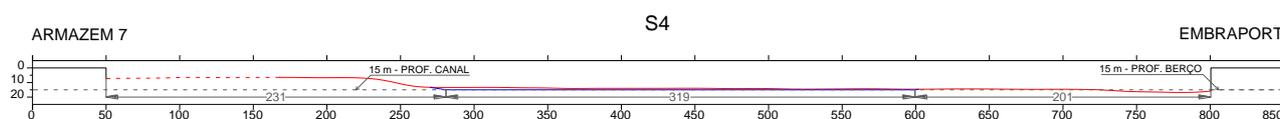
Furo: JPI-115

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-9,30	Argila siltosa, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-12,30	Argila arenosa, com nódulos de argila rija, cinza escura a preta.
4,00	-13,30	Áreia fina, pouco argilosa, micácea, cinza escura.
8,00	-17,30	Limite de sondagem.

## SEÇÃO 4 – ARMAZEM 7 / EMBRAPORT



**Figura 5.- Seção 4 entre o Armazém 7 e o Cais da EMBRAPORT. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

Na região do armazém 7 (lado esquerdo da figura acima), a distância do cais até a soleira do canal projetado será de 231 m. Na margem esquerda a seção intercepta o cais da EMBRAPORT, um terminal privado, cuja distância até a soleira do canal é de 201 m..

O material predominante naquela região é de argilas siltosas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, e argilas pouco arenosas, conforme indicam os boletins JPI-208 e JPI-105 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 4 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-208

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-11,10	Argila siltosa, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-14,10	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-15,10	Argila pouco arenosa, com nódulos de argila rija, cinza escura a preta.
5,00	-16,10	Limite de sondagem.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem do Guarujá)**

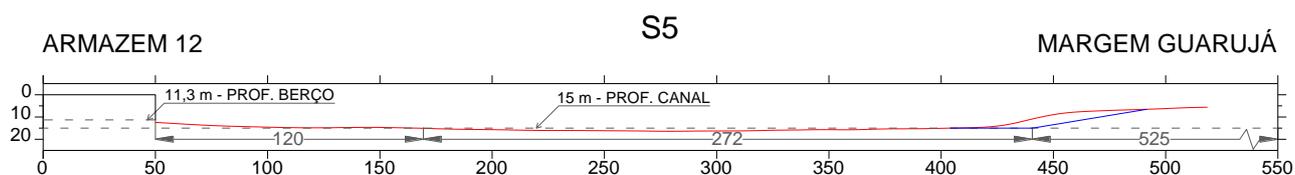
Furo: JPI-105

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-12,60	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-15,60	Argila arenosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-16,60	Limite de sondagem.

## SEÇÃO 5 - CURVA DO ARMAZEM 12



**Figura 6.- Seção 5 perpendicular ao paramento do cais na curva do Armazém 12. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

Na margem de Santos, área do armazém 12, a O cais é do tipo dinamarquês com profundidade de projeto do berço de 11,30 e patamar horizontal recomendado de 40 m. A soleira de dragagem do canal projetado estará a 120 m da faixa do cais em Santos, como mostra a figura acima, lado esquerdo.

O material predominante naquela região é de argilas siltosas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, conforme mostrado nos boletins JPI-063 e JPI-060 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 5 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-063

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-13,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, com restos de vegetais, plástica, cinza escura a preta.
0,50	-13,50	Limite de sondagem.
		Obs.: Material extremamente compactado, sólido e coeso. Presença de corpos sólidos de natureza não definida.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Guarujá)**

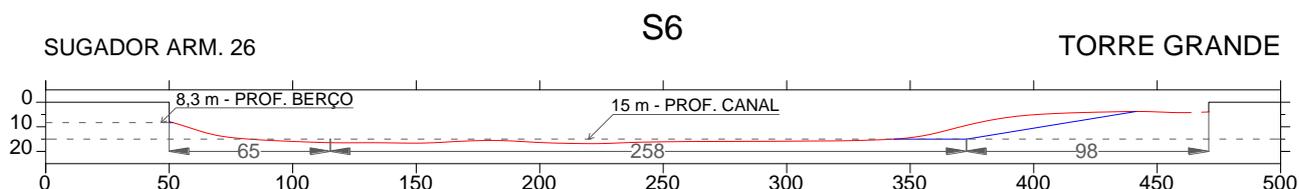
Furo: JPI-060

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-15,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
2,00	-17,00	Limite de sondagem.
		Obs.: Material muito duro.

## SEÇÃO 6 – SUGADOR / TORRE GRANDE



**Figura 7.- Seção 6 perpendicular ao paramento do cais do Sugador do Armazém 26 e a Torre Grande. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

A Seção 6 cruza o canal entre o cais do Sugador do Armazém 26 e a Torre Grande. O cais da margem direita do canal (lado esquerdo da figura acima) é do tipo cais de peso com profundidade de projeto do berço de 8,3 m e patamar horizontal recomendado de 15 m. A soleira de dragagem do canal projetado estará a 65 m da faixa do cais em Santos, como mostra a figura acima, lado esquerdo. Na margem esquerda do canal encontra-se a Torre Grande, cuja margem fica a uma distância de 98 m da soleira do canal a ser dragado.

O material predominante naquela região é de argilas siltosas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, conforme mostrado nos boletins JPI-018 e JPI-017 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 6 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-018

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-14,30	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, com concentração de conchas, plástica, cinza escura a preta.
1,00	-15,30	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
2,00	-16,30	Limite de sondagem.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem do Guarujá)**

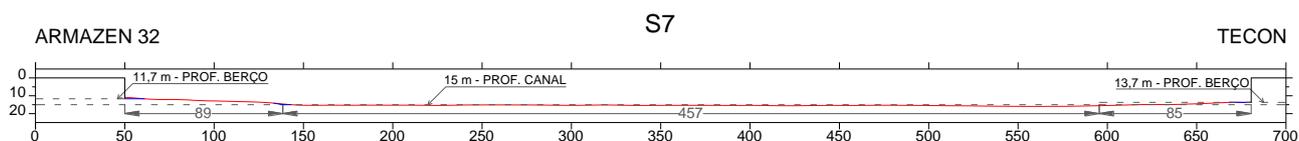
Furo: JPI-017

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-6,30	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, com fragmentos de conchas e restos vegetais, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-9,30	Argila arenosa, cinza escura a preta.
5,00	-11,30	Areia fina, argilosa, cinza escura a preta.
6,00	-12,30	Limite de sondagem.

## SEÇÃO 7 - ARMAZEM 32 E TECON



**Figura 8.- Seção 7 perpendicular ao paramento do cais do Armazém 32 e o TECON. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

A Seção 7 cruza o canal entre o cais do Armazém 32 (lado esquerdo da figura acima) e o cais do TECON. Ambos os cais são do tipo dinamarquês com patamar horizontal recomendado de 40 m, sendo as profundidades de projeto 11,7 no Arm. 32 e 13,7 no TECON. A soleira de dragagem do canal projetado estará a 89 m da faixa do cais do Armazém 32 e 85 m afastada em relação ao cais do TECON.

O material predominante naquela região é de argilas siltosas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, e argilas arenosas em lentes, conforme mostrado nos boletins JPI-231 e JPI-233 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 7 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-231

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-13,00	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
2,00	-15,00	Argila pouco arenosa, cinza escura.
5,00	-18,00	Limite de sondagem.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Guarujá)**

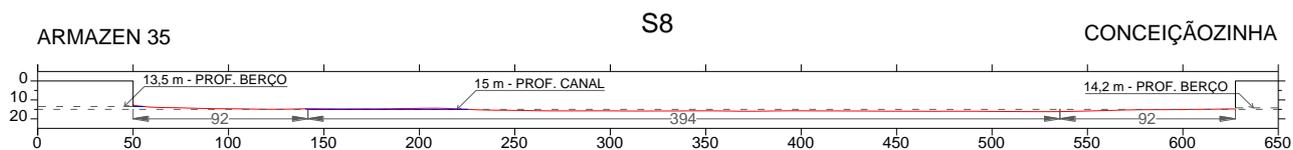
Furo: JPI-233

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-14,20	Argila siltosa, plástica, cinza escura a preta.
1,00	-15,20	Argila arenosa, plástica, cinza clara.
4,00	-18,20	Limite de sondagem.

## SEÇÃO 8 - ARMAZEM 35 / CONCEIÇÃOZINHA



**Figura 9.- Seção 8 entre o Armazém 35 e Conceiçãozinha. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

A Seção 8 estende-se entre o cais do Armazém 35 (lado esquerdo da figura acima) e o cais dos terminas TERMAG e TGG. Na margem direita do canal o cais do Armazém 35 é do tipo dinamarquês com patamar horizontal recomendado de 40 m e a profundidade de projeto é de 13,5. A soleira de dragagem do canal projetado estará a 92 m da faixa do cais. Na margem esquerda do canal o cais é do tipo aberto e não é necessária a conformação de um patamar horizontal para sua estabilidade. A soleira de dragagem do canal projetado estará afastada a 92 m da faixa do cais.

O material predominante naquela região é de argilas siltosas plásticas, com nódulos de argilas rijas, conchas, argilas arenosas e areias pouco argilosas, conforme mostrado nos boletins JPI-032 e JPI-031 abaixo.

De acordo com o exposto acima, a Seção 8 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem de Santos)**

Furo: JPI-032

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-13,40	Argila siltosa, plástica, cinza escura a preta.
4,00	-17,40	Argila arenosa, cinza escura a preta.
5,00	-18,40	Areia pouco argilosa, micácea, cinza escura.
7,00	-20,40	Limite de sondagem.

**BOLETIM DE SONDAGEM JET-PROBE(Margem do Guarujá)**

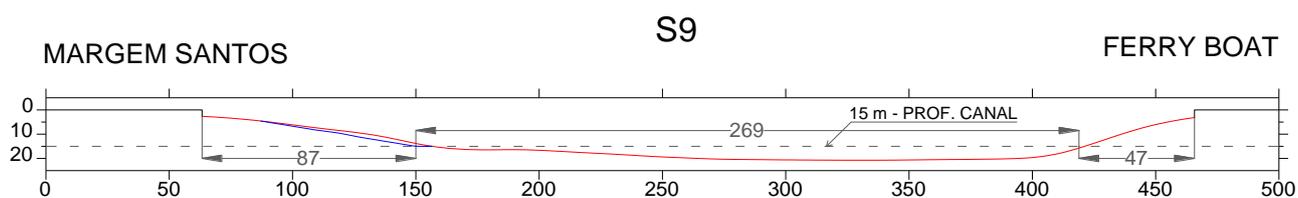
Furo: JPI-031

Área Interna - Período: Nov/Dez/2006

Cliente: CODESP - Local: Porto de Santos (SP)

Prof. (m)	Cota DHN (m)	Caracterização Geológica (visual-táctil)
0,00	-15,20	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, plástica, cinza escura a preta.
1,00	-16,20	Argila siltosa, com nódulos de argila rija, com fragmentos de conchas, plástica, cinza escura a preta.
3,00	-18,20	Limite de sondagem.

## SEÇÃO 9 - FERRY BOAT



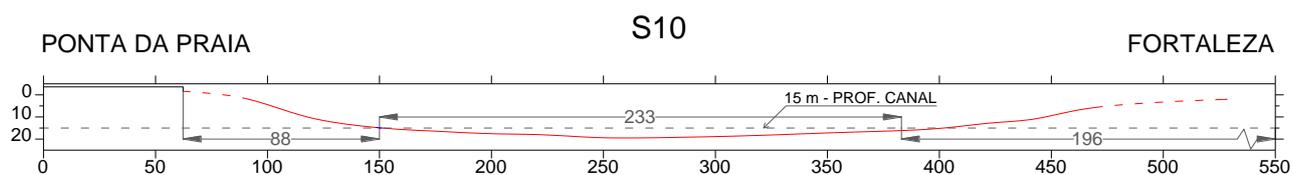
**Figura 10. - Seção 9 na região do Ferry Boat. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

Na seção 9, região do Ferry Boat, o fundo marinho atual, na área relativa a dragagem (entre soleiras) assume profundidades superiores a 15 m, exceto junto a soleira na margem de Santos. A distancia da soleira até as estruturas da margem é de 87 m.

Nesta região constatamos areias/argilosas, com pouca penetração.

A Seção 9 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

## SEÇÃO 10 - PONTA DA PRAIA



**Figura 11. - Seção 10 na região da Ponta da Praia. A linha vermelha representa o terreno natural e a linha azul a seção do projeto.**

Na seção 10, região da Ponta da Praia somente haverá dragagem junto a soleira relativa a margem de Santos, A distancia da soleira até as estruturas da margem é de 88 m.

Sondagens realizadas apontam o material do fundo e sub-fundo marinho, como areias/argilosas.

Conforme ilustrado, a Seção 10 não apresenta risco de instabilidade estrutural em decorrência da dragagem do canal de acesso.

## 4 CONCLUSÃO

Conforme demonstrado acima, o projeto atual de readequação da geometria do canal de acesso ao Porto de Santos não interfere com as características estruturais dos berços instalados ao longo de suas margens e não altera as suas respectivas profundidades de projeto.

O INPH, à luz do estudo de estabilidade dos cais do Porto de Santos, encaminhado pela CODESP (Relatório C-755/94-13), atesta que foram respeitados os parâmetros para a garantia da estabilidade estrutural dos berços, por influência da dragagem do canal de acesso principal ao porto.

A reanálise sobre a estabilidade dos taludes junto aos berços de atracação em função do atual anteprojeto de dragagem do INPH, além de ratificar, portanto, as conclusões anteriormente apresentadas no Relatório INPH N° 012/2009, não verificou riscos à integridade das estruturas de acostagem ou de instabilidade das margens do canal de acesso principal do Porto de Santos, em decorrência da dragagem pretendida.