

Cascione, Pulino, Boulos & Santos  
ADVOGADOS

EXCELENTÍSSIMO SENHOR DOUTOR DESEMBARGADOR RELATOR RUY ALBERTO LEME CAVALHEIRO, DA 1ª CÂMARA RESERVADA AO MEIO AMBIENTE DO EGRÉGIO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE SÃO PAULO

AGRAVO DE INSTRUMENTO Nº 2156216-62.2017.8.26.0000

**ULTRAFÉRTIL S.A.** (“ULTRAFÉRTIL” ou “AGRAVANTE”), devidamente qualificada nos autos do Agravo de Instrumento em referência, interposto em face de decisão liminar proferida no âmbito de ação popular ajuizada por Jeffer Castelo Branco (“AGRAVADO”) em face da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (“CETESB”) e outras, vem, por seus advogados, à presença de Vossa Excelência, expor e requerer o que segue.

1. Às fls. 640/646 o Agravado apresentou petição por meio da qual requereu a juntada de um parecer técnico da empresa Ecel Ambiental, assinado por Elio Lopes dos Santos, e um e-mail enviado por David Zee. Segundo o Agravado, referidos documentos seriam suficientes para afastar o *periculum in mora* reverso decorrente da paralisação da dragagem.

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

2. Em primeiro lugar, veja-se que o Agravado procura afastar conclusões de órgãos técnicos e isentos (i.e. CETESB e agência ambiental americana) com base em pareceres que reconhecidamente foram contratados por empresa (Ilha das Cobras Empreendimentos Imobiliários Ltda.) com interesses exclusivamente privados no litígio. O fato de os pareceristas contratados pela Ilha das Cobras terem se disposto a apresentar manifestações complementares nessa ação popular apenas confirma que o Agravado na verdade é porta-voz dos interesses particulares da Ilha das Cobras. Não bastasse, a Ultrafértil requer a juntada de documentos novos, os quais reforçam (i) a relação entre o Agravado e a Ilha das Cobras, pois a Ilha das Cobras apresentou cópias dessa ação popular no âmbito do inquérito civil público em trâmite no Ministério Público Federal (605/16) apenas 2 (dois) dias após o seu ajuizamento, revelando-se o interesse exclusivamente privado do Agravado (doc. 1); e (ii) no âmbito do mesmo inquérito, a CETESB apresentou informação técnica refutando as premissas que justificaram a emissão da recomendação nº 05 pelo MPF e fundamentando a emissão da Licença de Operação nº 2385/2017 a despeito de referida recomendação, considerando-se a inexistência de fato novo ou desconformidade que justifiquem a suspensão da validade da licença (doc. 2).

3. Especificamente com relação aos argumentos aduzidos nos documentos apresentados pelo Agravado, os seguintes esclarecimentos são suficientes para refutar as alegações:

- i) o parecer da empresa Ecel, assinado por Elio Lopes, afirma que *“a continuidade da intervenção mecânica da dragagem é que irá disponibilizar esses poluentes no meio aquoso”*. No entanto, caso prevaleça a lógica do parecer, o fato é que qualquer dragagem irá promover “intervenção mecânica” no leito do canal, independentemente do local de disposição do material dragado (ou seja, a conclusão do parecer inviabiliza qualquer dragagem no Canal de Piaçaguera e, no limite, qualquer dragagem em locais em que haja material contaminado, o que é um completo contrassenso). O fato é que o Canal de Piaçaguera passa por dragagens de manutenção periódicas para viabilizar a navegação, sendo absurda a premissa adotada pelo parecer;
- ii) em outro trecho, o parecer afirma que *“os sedimentos já apresentam altíssimas concentrações de poluentes tóxicos nas camadas superficiais, devido a fixação desses poluentes aos sedimentos serem constantes (...)”*. Portanto, mesmo dragando certas áreas, particularmente as localizadas no final do estuário de Santos, e

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

*próximas às indústrias, o processo de contaminação é continuado*”. Em essência, o parecer conclui unicamente que o leito do canal já se encontra contaminado, sendo inconcebível que a simples remoção do referido material seja considerada mais prejudicial do que a manutenção do *status* atual;

- iii) a afirmação de que a cava subaquática é colocada em último lugar no *ranking* entre as tecnologias existentes não é verdadeira, conforme se constata do EIA/RIMA da dragagem<sup>1</sup> e dos diversos estudos e pareceres apresentados pela Ultrafértil e pela CETESB que demonstram a segurança da cava (com destaque para a manifestação da CETESB de fls. 693/706), tendo sido avaliadas todas as alternativas tecnológicas existentes em referidos estudos; veja-se em particular o seguinte trecho da manifestação mais recente da CETESB: *“As diferentes formas de disposição (terrestre e subaquática) já estavam definidas no projeto que foi considerado ambientalmente viável na fase de Licença Prévia. Em termos gerais a disposição em terra em diques de contenção ou a disposição em cavas subaquáticas confinadas, se bem instalados e operadas, apresentam segurança equivalente”* (fls. 701);
- iv) a alegação de que a utilização de cavas subaquáticas nos Estados Unidos tem sido evitada é falsa, conforme se constata dos recentíssimos pareceres elaborados pelo pesquisador Guilherme Lotufo (fls. 631/633) e pela Agência Americana de Proteção Ambiental, os quais analisaram especificamente a dragagem do Canal de Piaçaguera e concluíram pela adequação da disposição na Cava do Casqueiro (fls. 743/751); veja-se, a propósito, manifestação do pesquisado Guilherme Lotufo: *“Nos EUA, dragagem para remoção de sedimentos contaminado ocorreram ou estão em planejamento para ocorrer no rio Ashabula river no estado de Ohio, nos rios Passaic e Hackensack no estado de Nova Jersey, rio Hudson no estado de Nova Iorque, New Beford Harbor no estado de Massachussets, dentre outros”* (fls. 632); veja-se ainda a seguinte manifestação da Agência Americana de Proteção Ambiental: *“A experiência norte-americana mostra que a proposta de remediação e contenção de sedimentos contaminados no Canal de Piaçaguera tem grande*

---

<sup>1</sup> Como destacado pela CETESB, *“no respectivo estudo de impacto ambiental, em seu capítulo 05, foram apresentadas as alternativas tecnológicas e locacionais da dragagem e destinação do material dragado do Canal de Piaçaguera. O referido documento (55 páginas), por sua vez, aborda as alternativas para disposição de segmentos dragados. (...) Diante desses resultados, o EIA-Rima concluiu pela viabilidade da escolha da alternativa confinada no Largo do Casqueiro em função de ser menos impactante (...)”* (fls. 621/622).

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

*probabilidade de sucesso. Em muitos aspectos, a remediação e a escolha do local são alternativas superiores a vários outros projetos de dragagem bem-sucedidos utilizando células CAD nos EUA" (fls. 747);*

- v) o argumento de que a disposição em *geobags* seria viável inclusive para grandes quantidades e haveria outras áreas em terra disponíveis também é simplesmente falsa, o que se demonstra inequivocamente diante das análises e estudos empreendidos no EIA/RIMA (fls. 419/426) e confirmados pelos pareceres técnicos que fundamentaram as licenças ambientais (fls. 426/457; 538/580);
- vi) nesse contexto, revela-se completamente contraditória a alegação de que a proximidade da cava com manguezais seria uma razão para a suspensão da dragagem, na medida em que o próprio parecer reconhece que o estuário já está contaminado e, portanto, o risco de contaminação dos manguezais certamente será maior caso a dragagem (e conseqüente despoluição) do canal seja interrompida; Veja-se manifestação da CETESB a esse respeito: *“Assim, a exposição de material de pior qualidade por tempo indeterminado pode causar prejuízos ambientais, caso a dragagem não seja retomada o mais rápido possível. Prevalecendo esse cenário de exposição desses sedimentos por tempo indeterminado, não há como prever eventuais conseqüências ambientais”* (fls. 705); e
- vii) quanto ao e-mail enviado por David Zee, reconhece-se que *“quanto maior for o prazo necessário para atender toda a operação de dragagem, maiores serão os prejuízos e riscos ambientais no estuário de Santos”* e que *“ao remexer o sedimento contaminado para aprofundar o canal de navegação de Piaçaguera, haverá maior exposição do material contaminado”*. Tais considerações a rigor imporiam a conclusão pela necessidade de prosseguimento da dragagem para rápida conclusão, evitando-se a exposição prolongada do material contaminado, mas a manifestação, sem qualquer fundamento, conclui que a melhor solução seria recomendar a paralisação.

4. Em essência, os pareceres apenas confirmam o caráter privado do litígio e a total falta de consideração com relação aos aspectos ambientais: **embora reconheçam a poluição pré-existente do canal e os riscos associados à demora na dragagem e maior tempo de exposição do material contaminado (mencionado inclusive a proximidade com manguezais), os pareceres, em estrita obediência aos interesses**

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

**econômicos de seus contratantes, insistem na paralisação da dragagem, o que consiste em solução enfaticamente desaconselhada pelo órgão ambiental.**

5. A manifestação do Agravado reconhece ainda a realização das audiências públicas no processo de licenciamento, admitindo implicitamente que a informação apresentada na inicial, no sentido de que não teria havido audiências públicas, foi enganosa. De resto, ao tentar desqualificar a importância das audiências públicas realizadas no processo de licenciamento ambiental, realizadas em 2003, 2004 e 2005, afirma que *“a definição de que haveria a disposição dos sedimentos contaminados na frente da Ilha das Cobras, em cava subaquática, localizada a apenas 05 (cinco) quilômetros do local de onde foram retirados os sedimentos contaminados, só foi definida, efetivamente, em 2013/2014”*. Trata-se, contudo, de nova informação enganosa, tendo em vista que a disposição na CAD do Casqueiro foi uma das alternativas contempladas na licença emitida em 2005, como, inclusive, confirmado pela CETESB.

6. Ademais, é igualmente enganosa a afirmação de que a Ultrafértil e a CETESB não se manifestaram a respeito das alternativas tecnológicas e locacionais para a disposição do material dragado. Tanto a Ultrafértil como a CETESB expuseram que desde os primeiros estudos e pareceres relacionados à dragagem a disposição em cava subaquática no Largo do Casqueiro já havia sido contemplada. Nos estudos e pareceres mais recentes relacionados à fase atual da dragagem concluiu-se que essa era a alternativa mais adequada.

7. Com relação à alegação de que haveria vício formal em virtude de a licença ter sido emitida em nome da Usiminas, já se esclareceu que as licenças ambientais foram expedidas em nome da Usiminas porque a Usiminas e a Ultrafértil são consorciadas e desempenham conjuntamente as atividades relacionadas à dragagem e disposição do material dragado do Canal de Piaçaguera, não sendo possível a emissão de licença ambiental em nome de mais de uma pessoa jurídica. Como se sabe, a licença ambiental é emitida em relação a determinado empreendimento, e não em relação ao empreendedor<sup>2</sup>. Deve-se, na realidade, questionar a razão pela qual o Autor, sabendo

---

<sup>2</sup> Nesse sentido, conforme explicitado por Luís Paulo Sirvinskas, com fundamento na Resolução nº 237/97 do CONAMA, *“Licenciamento ambiental é o ‘procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais (...)’*” (Luís Paulo Sirvinskas, *Manual de Direito Ambiental*, 12ª ed., São Paulo, Saraiva, 2014, p. 226 - grifamos).

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

disso, conforme reconhecido na petição inicial, não incluiu desde logo a Usiminas e a Ultrafertil no polo passivo da ação popular.

8. Por fim, com relação ao suposto interesse do Agravado para que se aguarde o laudo do IPT que teria motivado a expedição da recomendação pelo MPF, o fato é que referido laudo foi expedido em 2005, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, e já é de conhecimento do Agravado há muito tempo. O laudo analisou o EIA/RIMA da dragagem do Canal de Piaçaguera e atestou que *“todos os possíveis impactos no meio físico foram adequadamente avaliados”* e sugeriu cautelas com relação a alguns pontos, as quais foram integralmente observadas pela CETESB e pela Ultrafertil no âmbito do processo de licenciamento ambiental (doc. 3).

9. No que diz respeito à cava, o IPT manifestou preocupação com relação aos *“impactos de natureza geológico-geotécnica, ou seja, aqueles associados à estabilidade das estruturas a serem implantadas (...) de modo que as condições de estabilidade e a estanqueidade das estruturas projetadas sejam de fato garantidas”*. Referida preocupação foi devidamente atendida, tendo a Licença Prévia 870/2005 exigido o detalhamento de controle ambiental da execução das obras, o que foi plenamente atendido, dentre outras medidas: (a) por meio do **“Programa de Estabilidade de Taludes Submersos”**, conforme atestado pela CETESB no Parecer Técnico 318/16/IE (fls. 367); e (b) por meio de avaliações e modelagens por meio das quais a CETESB atestou que *“as soluções propostas para o Largo do Casqueiro permitem o confinamento do material confinado e garantem a estabilidade da cava submersa”* (Parecer Técnico 318/16/IE – fls. 388).

10. A Ultrafertil requer ainda a juntada da Informação Técnica nº 047/17/IE, datada de 11 de agosto de 2017, por meio da qual a CETESB apresenta informações ao Ministério Público Federal, no âmbito do Inquérito Civil Público nº 1.34.012.000605/2016-1, demonstrando o seguinte: (i) não há risco de contaminação do estuário e nem tampouco da biota durante a disposição do material dragado na cava ou após o seu confinamento; (ii) a disposição do material dragado na Cava do Casqueiro já havia sido prevista no âmbito do licenciamento ambiental desde 2005; (iii) foram realizadas inúmeras análises dos sedimentos dragados para abertura da cava e para dragagem do canal e sua destinação foi devidamente equacionada de acordo com o resultado dessas análises; (iv) a escolha da localização da cava levou em consideração a necessidade de mitigação dos riscos de influência decorrentes da navegação e das marés,

**Cascione, Pulino, Boulos & Santos**  
**ADVOGADOS**

tendo sido realizados estudos que consideraram um período de 100 (cem) anos e condições extremas de ventos e vazões<sup>3</sup>, razão pela qual a cava não sofrerá influência de navegação ou de correntes, por estar em área abrigada e fora do leito navegável; (iv) a localização da cava permite fácil monitoramento de suas condições e a cava proporciona o isolamento seguro do material; (v) as licenças foram emitidas com base em sólido embasamento técnico e de acordo com a legislação, não havendo motivo para a suspensão da dragagem.

11. Em conclusão, a CETESB atesta que, nos termos do art. 19 da Resolução CONAMA nº 237/97, não há fato novo ou qualquer desconformidade que justifique a suspensão da validade da Licença de Operação nº 2385/17.

12. Diante do exposto, a Ultrafértil reitera o pedido formulado às fls. 678/692 no sentido de que seja concedido efeito suspensivo ao agravo de instrumento e, ao final, seja dado integral provimento ao recurso.

Termos em que,  
pede deferimento.

São Paulo, 25 de agosto de 2017.

Aurelio Marchini Santos  
OAB/SP 141.954

Daniel Costa Caselta  
OAB/SP 257.335

Victor Adame  
OAB/SP nº 314.234

---

<sup>3</sup> A camada de cobertura de areia limpa de 1,0m já seria suficiente para a proteção da cava, mas a CETESB, conservadoramente, orientou pela adoção da camada de 1,5m de cobertura.

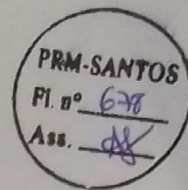
Cascione, Pulino, Boulos & Santos  
ADVOGADOS

**DOC. 1**  
**CERTIDÃO MPF**  
**JUNTADA DA AÇÃO POPULAR PELA ILHA DAS**  
**COBRAS NO IC**





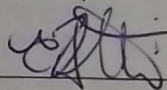
MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL  
 PROCURADORIA DA REPÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SANTOS



Inquérito Civil Público nº 1.34.012.000605/2016-01

**CERTIDÃO**

Certifico e dou fé que o Sr. Antonio Bernardo Neto, representante da empresa Ilha das Cobras Empreendimentos Imobiliários Ltda., em reunião realizada em 04/08/2017, às 14h, com o Dr. Antonio José Donizetti Molina Daloia, Procurador da República, entregou para juntada nestes autos cópias de petição inicial de ação popular proposta em face de CETESB, cujo objeto é o mesmo deste inquérito civil público (cava subaquática), e de documento nomeado "Breve histórico Ilha das Cobras", assim como *pen-drive* com arquivos de documentos, fotos e vídeos.

Elpídio Ribeiro dos Santos Neto,  ,  
 Analista Processual.  
 Santos, 18 de agosto de 2017.

Este documento é cópia do original, assinado digitalmente por VICTOR GUALDA DE FREITAS RODRIGUEZ ADAME e Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, protocolado em 25/08/2017 às 15:50, sob o número WPRO17006677637. Para conferir o original, acesse o site <https://esaj.tjsp.jus.br/pastadigital/sg/abrirConferenciaDocumento.do>, informe o processo 2156216-62.2017.8.26.0000 e código 68B6DE2.

Cascione, Pulino, Boulos & Santos  
ADVOGADOS

## DOC. 2

# INFORMAÇÃO TÉCNICA CETESB Nº 047/17/IE





**INFORMAÇÃO TÉCNICA**

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
 Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP  
 C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 -  
 Insc. Munic.: nº 8.030.313-7  
 Site: www.cetesb.sp.gov.br

**Nº 047 /17/IE**  
**Data: 11/08/17**

será inferior a 1,0%. Dessa forma, os estudos indicam que não haverá formação de pluma de dispersão durante a fase de preenchimento. Findo o período de disposição, haverá capeamento com 1,5 m areia limpa oriunda da zona oceânica para garantir condição de confinamento definitivo do material dragado. Após isso, haverá recolonização natural do banco de areia.

Com relação à alternativa escolhida para dispor o material não apto ao descarte oceânico correspondente à Etapa II da dragagem do Canal de Piaçaguera, cumpre reiterar que, conforme informado pela Informação Técnica nº 023/17/IE enviada à Procuradoria no mês de abril/2017, a dragagem do Canal de Piaçaguera, de que trata o Processo SMA nº 13.781/2002, foi aprovada pelo CONSEMA em 03/08/2005 e é objeto da Licença Ambiental Prévia nº 870, de 18/08/2005. No âmbito desse licenciamento prévio, com base em estudos específicos e por meio de análise comparativa, foram avaliadas alternativas de dragagem e disposição de material dragado do Canal de Piaçaguera-Etapa II, dentre as quais decidiu-se pela Cava confinada no Largo do Casqueiro. Desse modo, a abertura da cava confinada no Largo do Casqueiro, objeto da LI nº 2439, de 05 de julho de 2016, está prevista desde 2005, pois foi definida na fase de licenciamento prévio.

Quanto à dragagem para a abertura da Cava Casqueiro, a caracterização do material correspondente ao primeiro metro (807.000 m<sup>3</sup>) identificou algumas amostras que apresentaram concentrações de HPAs acima de Nível 2. Por essa razão, adotando postura conservadora, a CETESB indicou, em caráter preventivo, que todo o material correspondente a esse primeiro metro fosse destinado ao Setor de Uso Restrito-SUR do Polígono de Disposição Oceânica-PDO, com recobrimento de material de melhor qualidade. Abaixo de 01 metro (2.885.968 m<sup>3</sup>), o material dragado não apresentou valores superiores ao Nível 1 - CONAMA 454/12 e foi destinado ao PDO - SUC (Setor de Uso Controlado) e parte ao PDO-SUR para **recobrimento**, como mencionado.

Com relação ao material dragado no trecho intermediário do Canal de Piaçaguera (Etapa II), foi realizada a caracterização desse material com 110 (cento e dez) amostras, coletadas em 28 pontos de amostragem, todas comparadas com os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12. A análise realizada indicou que o material correspondente às seções PS10, 12, 23-24, 26-28 (366.000 m<sup>3</sup>) estiveram abaixo de N1, o que possibilitou considerar sua disposição oceânica no SUC do PDO licenciado pela CODESP. Entretanto, a CETESB, preventivamente, **definiu que todo o material da Etapa II deverá ser disposto em condição confinada, na CAD Casqueiro, nas condições estabelecidas na Licença Ambiental de Operação nº 2385.**

Somado a isso, vale destacar que o projeto executivo da Cava Casqueiro considerou estudos específicos para otimizar a localização da estrutura prevista em 2005, de modo a reduzir ao mínimo os riscos de perturbação decorrente de movimentação de marés e de embarcações. Tais estudos avaliaram os seguintes parâmetros:

- capacidade de confinamento (volume x área)
- estabilidade;
- baixo risco de dispersão dos contaminantes e
- baixa susceptibilidade à erosão do capeamento.

Adicionalmente, os estudos do projeto executivo da Cava Casqueiro previram a simulação de um cenário extremo de ventos e vazões, com um período de recorrência de 100 anos,

Este documento é cópia do original, assinado digitalmente por VICTOR GUALDA DE FREITAS RODRIGUEZ ADAME e Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, protocolado em 25/08/2017 às 15:50, sob o número WPRO17006677637. Para conferir o original, acesse o site https://esaj.tjsp.jus.br/pastadigital/sg/abrirConferenciaDocumento.do, informe o processo 2156216-62.2017.8.26.0000 e código 68B6DE3.



**INFORMAÇÃO TÉCNICA**

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
 Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP  
 C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 -  
 Insc. Munic.: nº 8.030.313-7  
 Site: www.cetesb.sp.gov.br

**Nº 047 /17/IE**  
**Data: 11/08/17**

considerando todos os rios que deságuam na Bacia Hidrográfica da Baixada Santista, sendo assegurada a capacidade de isolamento do material dragado pela estrutura após o capeamento por camada de areia com 1 metro de espessura, mesmo durante eventos extremos. A manifestação da US EPA sobre a CAD Casqueiro considerou ideal sua localização.

Ressalta-se que, novamente de forma conservadora, a CETESB aprovou a execução da cava com capeamento de areia com 1,5 m de espessura. Outra importante questão relativa à cobertura é que a mesma pode ser monitorada para assegurar a sua estabilidade.

Destacam-se, ainda, outras características positivas da solução adotada:

- Não sofrerá influência de navegação por estar em área abrigada e fora da área do leito navegável do canal;
- É uma área abrigada e protegida de correntes, o que dá segurança de que os sedimentos ficarão no local e não serão espalhados;
- Localização nas margens do leito de navegação, portanto em área de fácil controle e monitoramento;
- Condições oceanográficas e fisiográficas favoráveis à estabilidade da CAD (fundo plano, baixa incidência de ondas e correntes);

Ainda sobre a afirmação de que a alternativa escolhida para o confinamento dos sedimentos não passíveis de disposição oceânica (cava submersa) *"apesar de menos custosa, é a menos segura para o meio ambiente"*, observa-se que a CETESB não dispõe de estimativa de diferença de custo das diferentes opções de destinação de sedimentos dragados, não determinantes na avaliação ambiental que compete à Companhia. As diferentes formas de disposição (terrestre e subaquática) já estavam definidas no projeto que foi considerado ambientalmente viável na fase de Licença Prévia. Ressalta-se também que, do ponto de vista ambiental, em termos gerais, a disposição em terra, em diques de contenção, não é sempre mais segura para disposição que as cavas subaquáticas confinadas: ambos os tipos de estrutura, se bem instalados e operados, apresentam segurança equivalente.

As alternativas para disposição de material dragado com restrições de qualidade devem ser avaliadas caso a caso, principalmente considerando a qualidade e quantidade do material a dispor e a disponibilidade de sítios apropriados para esse fim, seja em terra ou imerso. O importante é que as opções devem prover o isolamento do material disposto do meio, e permitir o monitoramento das condições ambientais locais e regionais.

Para o caso presente, a Unidade de Disposição Confinada-UDC existente é insuficiente para receber todo o volume de material a ser dragado não passível de disposição oceânica do Canal de Piaçaguera. Dessa forma, remonta-se à fase de licenciamento prévio, na qual já se previu que os sedimentos da Bacia de Evolução e dos Berços de Atracação seriam destinados às unidades de disposição mais próximas do local de retirada, evitando assim sua passagem pelo Canal, e que o material correspondente à dragagem do Canal seria destinado à Cava Casqueiro. Ambas as alternativas contemplam o confinamento do material e permitem condições de monitoramento, evitando riscos de contaminação do ambiente, e limitam ao mínimo o trajeto necessário ao transporte para disposição final.

Com relação à disposição de sedimentos não aptos ao descarte oceânico no Dique C, esclarecemos que, embora tenha havido previsão de disposição de sedimentos a serem dragados da bacia de evolução naquela área em um determinado momento do processo de licenciamento ambiental, a opção por esse sítio foi mais recentemente preterida pela opção de disposição do referido material na UDC existente, após obras de reforço da berma de equilíbrio

Este documento é cópia do original, assinado digitalmente por VICTOR GUALDA DE FREITAS RODRIGUEZ ADAME e Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, protocolado em 25/08/2017 às 15:50, sob o número WPRO17006677637. Para conferir o original, acesse o site <https://esaj.tjsp.jus.br/pastadigital/sg/abrirConferenciaDocumento.do>, informe o processo 2156216-62.2017.8.26.0000 e código 68B6DE3.



**INFORMAÇÃO TÉCNICA**

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
 Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP  
 C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 -  
 Insc. Munic.: nº 8.030.313-7  
 Site: www.cetesb.sp.gov.br

Nº 047 /17/IE

Data: 11/08/17

e com a implantação de uma barreira física no Dique C (implementação em curso). Essa barreira tem a função de evitar que material de eventuais escorregamentos do talude submerso atinjam o Canal de Piaçaguera, constituindo uma fonte recorrente de poluição. Tal intervenção foi solicitada pela CETESB como medida corretiva de passivo ambiental.

Nesse sentido, entende-se que não há prejuízos na adoção dessa proposta, já que a mesma prevê a disposição confinada do material da Bacia de Evolução na UDC e prevê que os sedimentos eventualmente provenientes do talude submerso serão contidos no Dique C, o que permitirá a progressiva melhoria das condições ambientais do Canal, conforme exigido no licenciamento prévio.

Quanto aos comentários referentes a presumidos danos à biota, riscos aos ecossistemas, biodisponibilização de substâncias tóxicas aos organismos e riscos à saúde pública, cumpre esclarecer que a disposição do material dragado na cava submersa, ao contrário do que afirma a Recomendação, proporciona o isolamento desse material em uma zona sedimentar pretérita (-25 DHN a -2,0 DHN), na qual não há trocas importantes de matéria e energia com a biota. A disposição desse material, como já afirmado, não apresenta risco importante de ressuspensão, pois está sendo utilizada tecnologia de sucção e recalque via pipeline e difusor. Desse modo, não se prevê possibilidade de biodisponibilização de substâncias tóxicas aos organismos e tampouco problemas de saúde pública. Dessa forma, **não há "extremo risco de envenenamento da biota nem ameaça à saúde pública."**

Sobre a alusão à alínea b do inciso II do artigo 10 da Resolução CONAMA 454/12, é importante destacar que parece haver uma interpretação errônea por parte da Procuradoria da República em Santos: houve caracterização dos sedimentos, que foram classificados segundo determina a alínea b do inciso II do artigo 10, razão pela qual não foi permitido que o material dragado que apresentou HPAs acima do Nível II da citada Resolução e dos trechos com a presença de mercúrio entre Nível 1 e Nível 2, fossem dispostos no PDO.

É importante destacar também que a Informação Técnica nº 023/17/IE **não afirma** que "o meio mais seguro de se armazenar o sedimentos contaminados seria a disposição em terra".

Esclarecidos os entendimentos errôneos explicitados no ofício PRM/SANTOS/GABCÍVEL/AJDMD nº 941/2017, quanto à Recomendação nº 05/2017, conclui-se:

- O item 1 se apresentou extemporâneo, uma vez que a dragagem para abertura da Cava Casqueiro estava finalizada por ocasião do recebimento da recomendação, em 07/07/2017;
- Quanto ao item 2, é necessário destacar que todos os procedimentos relativos à caracterização do material dragado, plano de dragagem e destinação desses materiais seguiram estritamente ao disposto na Resolução CONAMA 454/12. As licenças foram concedidas com sólido embasamento técnico e de acordo com a legislação, não havendo, portanto, motivo para o acolhimento da Recomendação de suspender os efeitos da Licença de Operação nº 2385, que autoriza a disposição de sedimentos a serem dragados, do Canal de Piaçaguera - Etapa II na CAD Casqueiro.

Na ausência de fato novo ou de constatação de desconformidades ou de circunstâncias específicas que pudessem resultar em alterações no licenciamento, não há como atender à Recomendação da Procuradoria de suspender a validade da LO. Não ocorrem, no caso,

Este documento é cópia do original, assinado digitalmente por VICTOR GUALDA DE FREITAS RODRIGUEZ ADAME e Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, protocolado em 25/08/2017 às 15:50, sob o número WPRO17006677637. Para conferir o original, acesse o site https://esaj.tjsp.jus.br/pastadigital/sg/abrirConferenciaDocumento.do, informe o processo 2156216-62.2017.8.26.0000 e código 68B6DE3



**INFORMAÇÃO TÉCNICA**

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
 Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - CEP 05459-900 - São Paulo - SP  
 C.N.P.J. nº 43.776.491/0001-70 - Insc.: Est. nº 109.091.375-118 - Insc. Munic.: nº 8.030.313-7  
 Site: www.cetesb.sp.gov.br

**Nº 047 /17/IE**  
**Data: 11/08/17**

quaisquer das situações previstas pelo artigo 19 da Resolução CONAMA nº237/97 e, portanto, a suspensão sem motivação viria a caracterizar ato arbitrário, incompatível com os deveres da Administração Pública.

*Vanessa Hermida Fidalgo*  
**Biol. Vanessa Hermida Fidalgo Guerreiro**  
 Gerente do Setor de Avaliação de Obras Hidráulicas  
 Reg. 7133 CRBio 68505/01-D

*Fernanda Amaral Dantas Sobral*  
**Geol. Fernanda Amaral Dantas Sobral**  
 Gerente de Divisão de Avaliação de Obras Hidráulicas e Lineares  
 Reg. 6884 CREA 5.062.068.188/D

*Mayla Matsuzaki Fukushima*  
**Biól. Mayla Matsuzaki Fukushima**  
 Gerente do Departamento de Avaliação Ambiental de Empreendimentos  
 Reg. 6594, CRBio 31165/01-D

*José Eduardo Bevilacqua*  
**Quím. José Eduardo Bevilacqua**  
 Assistente Executivo  
 Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental  
 Reg. 7031-9; CRQ 04109698 – IV Região

*de acordo*

*Fushina Costa*

Este documento é cópia do original, assinado digitalmente por VICTOR GUALDA DE FREITAS RODRIGUEZ ADAME e Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo, protocolado em 25/08/2017 às 15:50, sob o número WPRO17006677637. Para conferir o original, acesse o site https://esaj.tjsp.jus.br/pastadigital/sg/abrirConferenciaDocumento.do, informe o processo 2156216-62.2017.8.26.0000 e código 68B6DE3.





Cascione, Pulino, Boulos & Santos  
ADVOGADOS

**DOC. 3**

**PARECER TÉCNICO IPT Nº 9 309-301**



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC

IPT - ATC  
Nº de Cópia: 14  
Data: 23/08/05

M. SANTOS  
PI nº 320  
Ass: [Signature]

000692

**PARECER TÉCNICO Nº 9 309-301**  
**- Final -**

M. SANTOS  
Ass: [Signature]

**ANÁLISE DE ASPECTOS DO MEIO FÍSICO CONTIDOS  
NO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) PARA A  
DRAGAGEM DO CANAL DE PIAÇAGÜERA (SP)**

**Divisão de Geologia**

**Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA.**  
**Cliente Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção**  
**de Recursos Naturais – CPRN.**  
**Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental – DAIA.**

**Maió/2005**

STENTÁVEL  
ial Dragado.

ro: Bertrand

artment of  
em:  
EM 1110

Material.  
243 p.  
em:  
1 1110

gagem  
ados.  
el em:  
7os  
em: 2

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC  
 N° da Cópia: 14  
 Data: 23/08/05

PRM-SANTOS  
 PI nº 326  
 Ass: [assinatura]

Parecer Técnico nº 9 309-301

PRM-SANTOS  
 PI nº 326  
 Ass: [assinatura]

U 0003

**RESUMO**

Este Parecer Técnico apresenta a análise de aspectos do meio físico contidos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais da Cosipa, especialmente no que se refere aos aspectos geológico-geotécnicos do projeto e às condições hidrogeológicas do meio. De modo geral considerou-se que todos os possíveis impactos no meio físico foram adequadamente avaliados. Entretanto, alguns aspectos como a estabilidade e a estanqueidade das estruturas projetadas e a erosão dos diques de proteção das cavas confinadas durante sua implantação necessitam de melhor elucidação quanto aos parâmetros geotécnicos de projeto. Para a cava confinada do Largo do Cubatão, considera-se que a hidrodinâmica local deveria ser melhor caracterizada, devido ao seu posicionamento junto à foz do rio Cubatão e foz do rio Quilombo e lateralmente ao Canal de Piaçagüera. Outro aspecto a ser considerado, durante a construção das cavas confinadas, é a influência das ondas geradas pelo trânsito das embarcações no canal sobre os diques de proteção. Recomenda-se que os parâmetros hidráulicos e hidrogeológicos dos aquíferos, assim como as condições do fluxo subterrâneo sejam apresentadas para efetiva análise dos projetos de contenção das cavas submersas. Para o Dique do Furadinho, recomenda-se, também, o detalhamento do seu projeto geotécnico.

**PALAVRAS-CHAVE:**

EIA – Estudo de Impacto Ambiental; meio físico; Canal de Piaçaguera; dragagem; cavas confinadas; cava submersa; estabilidade de talude; parâmetros hidrogeológicos; LP - Licença Ambiental Prévia; Daia – Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental

## SUMÁRIO



U U E U A

	P.
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	1
2. MÉTODO DE TRABALHO.....	1
3. IDENTIFICAÇÃO, OBJETIVO E JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO...	2
4. CARACTERÍSTICAS ATUAIS DO CANAL DE PIAÇAGÜERA.....	4
5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO.....	5
5.1 Delimitação das áreas de influência.....	5
5.2 Caracterização do meio físico.....	6
5.2.1 Aspectos geológicos.....	6
5.2.1.1 Área de Influência Indireta (AII).....	6
5.2.1.2 Área de Influência Direta (AID).....	7
5.2.2 Aspectos geomorfológicos regional e local.....	9
5.2.2.1 Área de Influência Indireta (AII).....	9
5.2.2.2 Área de Influência Direta (AID).....	9
5.2.3 Hidrogeologia.....	11
5.2.3.1 Área Diretamente Afetada (ADA).....	11
5.2.4 Caracterização geotécnica da Área Diretamente Afetada (ADA).....	13
6. AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.....	14
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	20
EQUIPE TÉCNICA.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

IPT - ATC  
Nº da Cópia: 14  
Data: 23/09/05

PPM-SANTOS  
Fl. nº 37  
Ass. [assinatura]

[Circular stamp with text and signature]

000695

### 1. INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental – Daia, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, por meio da Divisão de Geologia – Digeo, e da Divisão de Engenharia Civil – DEC, elaborou o presente Parecer Técnico, referente aos aspectos geológicos, geotécnicos e hidrodinâmicos contidos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais da Cosipa, elaborado pela Consultoria Paulista (2004).

#### 1.1 Objetivos

Este Parecer tem como objetivo avaliar os aspectos do meio físico do projeto da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais da Cosipa, no Estuário de Santos, Região Metropolitana da Baixada Santista, Estado de São Paulo, de modo a fornecer subsídios técnicos ao Daia (Processo nº 13.781/02) à concessão de Licença Ambiental Prévia (LP), no tocante aos aspectos geológicos, geotécnicos e hidrodinâmicos da área do empreendimento.

### 2. MÉTODO DE TRABALHO

A análise contida neste Parecer Técnico compreendeu as seguintes atividades:

- a) análise do EIA da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais da Cosipa. Este EIA foi encaminhado para análise por meio do Ofício/CPRN/DAIA/1234/04 de 09.08.04;
- b) inspeção *in situ* na região do Canal de Piaçagüera, no Dique do Furadinho e nos arredores do Canal C;
- c) reuniões com equipe do Daia para elaboração de parecer de solicitação de informações complementares;
- d) elaboração e encaminhamento ao Daia da correspondência Digeo/Agao.047/04, em 03.11.2004, contendo recomendações para o pedido de informações complementares; análise do documento "Informação Técnica CPEA 001/05", encaminhado ao IPT por meio do Ofício/CPRN/DAIA/0109/05, de 27.01.2005;



- e) análise do documento "Informação Técnica CPEA 002/05, encaminhado ao IPT por meio do Ofício/CPRN/DAIA/0535/05, de 13.04.2005;
- f) elaboração deste Parecer Técnico.

### 3. IDENTIFICAÇÃO, OBJETIVO E JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

A Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA), localizada no Estuário de Santos desde 1965, é a empresa responsável pelas sucessivas operações de dragagem de manutenção periódica do Canal de Piaçagüera para a restituição das condições adequadas à navegação, sistematicamente comprometida pelo processo de assoreamento do canal.

De acordo com o EIA (Consultoria Paulista, 2004), o objetivo do empreendimento é o licenciamento ambiental das atividades de dragagem de desassoreamento do Canal de Piaçagüera, tendo em vista a manutenção das condições adequadas à navegação entre o porto de Santos e os terminais portuários da COSIPA e da Ultrafertil, bem como o estabelecimento de medidas voltadas ao gerenciamento de passivos ambientais relacionados à atividade de dragagem na área de influência direta do empreendimento.

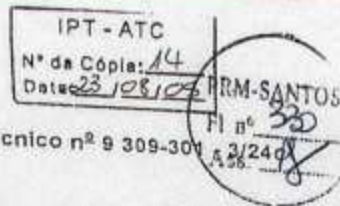
Devido à situação diferenciada das condições de assoreamento ao longo do canal e na sua bacia de evolução, o licenciamento deverá ocorrer em quatro fases, permitindo melhor avaliação das obras e a adoção de medidas corretivas ou complementares, quando necessárias.

Segundo o EIA a dragagem do Canal de Piaçagüera envolverá a remoção de 2.500.000 m<sup>3</sup> de sedimentos, em parte contaminados com metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e com elevada quantidade de água intersticial, de modo a garantir as condições de navegabilidade do canal, em termos econômicos e de segurança, inclusive na área dos berços de atracação.

Consultoria Paulista (2004) cita que os estudos técnicos e os detalhamentos relativos às diversas alternativas estarão vinculadas às respectivas Licenças de Instalação (LI). Foi dada prioridade aos estudos relacionados às fases críticas do projeto, designadas emergenciais (Fases 1 e 2), sendo que as Lis das Fases 3 e 4 poderão requerer estudos mais detalhados sem comprometimento da Licença Prévia para o

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



Parecer Técnico nº 9 309-301

000697

conjunto de obras consideradas viáveis pela análise do EIA/RIMA e do licenciamento das fases emergenciais.

As Fases de Licenciamento da dragagem e seus respectivos trechos são apresentadas a seguir :

- Fase I: saída do Canal de Piaçagüera, com volume estimado de 800.000 m<sup>3</sup>;
- Fase II: Berços de atracação, volume de 100.000 m<sup>3</sup>;
- Fase III: Bacia de Evolução, com volume de 400.000 m<sup>3</sup> e;
- Fase IV: setores Quilombo e Cubatão do Canal de Piaçagüera, cujo volume é de 1.200.000 m<sup>3</sup>.

As principais justificativas apresentadas para implantação do empreendimento são resumidas a seguir:

- a) representa um objetivo de grande interesse socioeconômico e político pela necessidade imediata de garantir as condições de navegabilidade do Canal de Piaçagüera; de uso não apenas do Terminal Portuário da COSIPA; em termos econômicos e de segurança, as quais já começam a apresentar comprometimento na área dos berços de atracação dos navios e na porção final do canal de acesso, mas também junto à região do Porto Organizado de Santos;
- b) viabilização da continuidade de uma atividade industrial fundamental para o desenvolvimento do país, com impacto direto em empresas da região, do Estado e do País;
- c) melhoria da capacidade portuária da Baixada Santista, com redução de incidentes com embarcações, por falta de calado adequado; redução da ressuspensão de sedimentos contaminados, que atualmente ocorre com a passagem dos navios, e controle dos processos de assoreamento que promovem a colmatação do Canal de Piaçagüera e do Estuário Santista;
- d) redução do estoque de contaminantes no ambiente estuarino (em particular da bacia de evolução e do desemboque do Canal C), reduzindo seu contatato com a biota aquática, implementando melhorias;

**PT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



IFI - AIL  
 Nº da Cópia: 14  
 Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301 - 4/2005

- e) proposta de um manejo adequado dos passivos ambientais da COSIPA, na medida em que reduzirá o estoque de contaminantes no ambiente estuarino;
- f) aplicação de medidas técnicas e operacionais no Dique do Furadinho, incluindo o remanejamento dos efluentes para utilização no processo industrial da COSIPA, além da própria melhoria das condições de navegação e segurança em todo o canal pelo seu desassoreamento e gerenciamento adequado dos sedimentos contaminados aí remanescentes;
- g) gerenciamento dos passivos relacionados à atividade de dragagem e à eliminação de fontes de poluição para o estuário, dando uma solução definitiva e segura para o estoque de contaminantes existentes nos locais citados.

**4. CARACTERÍSTICAS ATUAIS DO CANAL DE PIAÇAGÜERA**

Conforme citado em Consultoria Paulista (2004), o canal de navegação tem uma extensão total de 4.500m, 100m de largura na soleira e rampa de 1:3 (v:h), com profundidade de 12 m DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil). A bacia de evolução tem largura aproximada de 750m, comprimento de 600m e a mesma profundidade do canal de navegação. A largura média do Canal de Piaçagüera (canal natural) é da ordem de 400 m e o canal de navegação, objeto da dragagem, tem largura de 100 m.

Atualmente, trafegam no canal navios com 34 pés de calado e 228m de comprimento e, excepcionalmente, em condições de marés específicas e no período diurno, é permitida a navegação de navios de, no máximo, 36 pés de calado. Com a dragagem de desassoreamento proposta no EIA/RIMA, será possível a navegação de navios com calados acima de 36 pés, atendendo à tendência crescente de calados de embarcações atuais.

**5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO**

Apresenta-se a seguir uma síntese dos estudos contidos no EIA (Consultoria Paulista, 2004), realizados para caracterização dos aspectos do meio físico.



**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



IPT - ATC

Nº da Cópia: 14

Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301 - 5/24

000699

### 5.1 Delimitação das áreas de influência

Os estudos do meio físico foram estruturados, conforme as áreas de influência do empreendimento, em três níveis de abrangência, sendo subdivididos em área de influência indireta (AII), área de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA). Apresentam-se a seguir as áreas abrangidas em cada nível:

- **Área de Influência Indireta (AII):** abrange o estuário de Santos e as drenagens contribuintes, representadas pelas bacias do rio Quilombo e de seu afluente rio da Onça, do rio Mogi e do rio Cubatão e de seus afluentes Maria Ribeira e Cascalho, que drenam áreas adjacentes ao empreendimento; a bacia do rio Casqueiro, também nas imediações do empreendimento; e, ainda, os rios Jurubatuba, Diana e Sandi. Também foram contemplados, o canal de Bertiooga, o largo de São Vicente e parte das bacias dos rios Boturoca ou Branco, Mariana e Piaçabuçu, que embora não sejam influenciadas pelo empreendimento, participam do processo de circulação das águas do estuário. Esta AII está limitada, ao sul, pela Planície Costeira, que se estende também para sudoeste e para leste/nordeste e, ao norte, pela serra do Mar, que produz os sedimentos continentais transportados pelos rios que drenam a área de interesse e depositados ao longo do canal de Piaçagüera e do porto de Santos;
- **Área de Influência Direta (AID):** corresponde à parte da porção norte do segmento Itanhaém-Santos da Planície Costeira, delimitada, a noroeste, pelos contrafortes da serra de Cubatão, e a norte, pela serra do Morrão. É recortada pelos rios Cubatão e afluentes, e Casqueiro, a oeste; pelo rio Santana e afluentes e pelo largo de Pombeba, a sudoeste; e pelos rios Quilombo, da Onça, Jurubatuba, Sandi e Diana, além do largo de Santa Rita, a leste. No centro, é drenada pelo canal de Piaçagüera e pelo largo do Canéu. Para efeito dos estudos em realização, a AID compreende o canal de Piaçagüera, onde serão executadas as obras; a planície de maré dos rios Quilombo, Mogi, Casqueiro, além do rio Cubatão e seus afluentes; o largo do Canéu; a planície de maré que se desenvolve na foz dos rios Jurubatuba e Diana; a planície de



IPI - AIC  
 Nº de Cópia: 14  
 Data: 23/08/05

PRM-SANTOS  
 Fl. nº 333  
 24

Parecer Técnico nº 9 309-301

000700

maré de áreas adjacentes à ilha dos Bagres, e da foz do canal da Bertioga no estuário de Santos. Além dessas áreas localizadas na porção sedimentar da Baixada Litorânea, estão incluídos na AID os segmentos finais das Escarpas em Espigões (serra do Quilombo, morro dos Neves e o morro do Gabriel) e alguns Morrotes e Morros isolados (monte Cabrão e morro do Guarapá, entre outros);

- **Área Diretamente Afetada (ADA):** compreende as áreas de dragagem propriamente ditas (berços de atracação, bacia de evolução e canal de acesso) e as áreas de disposição dos sedimentos dragados (mar, dique do Canal C, largos do Canéu, Casqueiro e Cubatão, e Dique do Furadinho).

**5.2 Caracterização do meio físico**

A caracterização do meio físico foi realizada com base na compilação de dados bibliográficos de estudos de cunho regional e de semidetalhe. Esses dados foram complementados com informações obtidas de estudos mais detalhados e verificações de campo os quais permitiram a elaboração de mapas de maior detalhe para a AID.

**5.2.1 Aspectos geológicos**

**5.2.1.1 Área de Influência Indireta (All)**

A caracterização do contexto geológico das unidades pré-cambrianas da All está baseada na Carta Geológica de Santos (escala 1:250.000), elaborada pela CPRM (1999), que tem como referência trabalhos de cunho regional, como os mapeamentos elaborados pelo IPT (Bistrichi *et al.*, 1981) e pelo Convênio DAEE/UNESP (1984).

A geologia da planície costeira, no que se refere às coberturas sedimentares quaternárias, foi obtida do mapeamento efetuado por Suguio & Martin (1978), além das considerações feitas por outros autores.

A região da All é constituída por rochas metamórficas neo a meso-proterozóicas dos Complexos Embu e Costeiro e por granitóides neoproterozóicos ou mais jovens, além de coberturas sedimentares quaternárias, as quais recobrem as rochas dos Complexos Embu e Costeiro. As rochas do Complexo Embu são limitadas, em grande



Nº da Cópia: 14  
Data: 23/08/05  
PRM-SANTOS  
Fl nº 35  
Ass: [Signature]

Parecer Técnico nº 9 309-307 7124

000701

parte, com o Complexo Costeiro pela Zona de Cisalhamento Cubatão, de direção N60/70E. De maneira sucinta, distinguem-se os seguintes conjuntos litológicos:

- a) rochas do Complexo Embu: representadas por biotita-gnaisses de composição granítica a granodiorítica e quartzo-mica xistos e quartzitos, por vezes associados a metabasitos milonitizados;
- b) rochas do Complexo Costeiro: representadas por xistos de composição variada, associados a filitos, migmatitos com estruturas diversas, (hornblenda)-biotita-migmatito e/ou granito-gnaisse porfiroclástico, biotita-gnaisses que gradam para migmatitos estromatíticos e migmatitos diversos;
- c) rochas granitóides intrusivas nos Complexos Embu e Costeiro, constituídas por (muscovita)-biotita granito róseo, maciço e equigranular, biotita granito cinza-rosado, porfirítico, anfibólio-biotita granitos a granodioritos equigranulares e com granada e muscovita-biotita granito cinza, inequigranular, por vezes porfirítico;
- d) coberturas sedimentares quaternárias: representadas pelos depósitos holocênicos e depósitos mistos atuais (sedimentos de mangues e pântanos), constituídos por areias e argilas de mangue e areias marinhas litorâneas, por vezes retrabalhadas pelo vento. Localmente, são observados depósitos marinhos arenosos pleistocênicos da Formação Cananéia e depósitos continentais representados por aluviões, corpos de tálus e coluviões.

5.2.1.2 Área de Influência Direta (AID)

A partir da caracterização das principais unidades geológicas, de seções geológica-geotécnicas, com base em investigações de subsuperfície e interpretação de fotografias aéreas, foi elaborada a cartografia geológica da Área de Influência Direta.

Foram individualizadas as unidades que afloram na área, com enfoque principal para as coberturas sedimentares quaternárias da Planície Costeira, que recobrem grande parte das áreas emersas nos arredores do Canal de Piaçagüera.

As rochas pré-cambrianas que afloram na serra e na Planície Costeira pertencem aos domínios Embu e Costeiro, sendo observadas rochas metamórficas de médio a alto



IPT - ATC  
Nº de Cópia: 14  
Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-30 Ass 8/24

000702

grau do Complexo Embu, mesoproterozóicas, e rochas de alto grau, bem como rochas ígneas intrusivas, do Complexo Costeiro.

Ocorrem ainda coberturas sedimentares quaternárias, constituídas por argilas transitacionais médias a rijas da Formação Cananéia e argilas fluvio-lagunares e de baías, muito moles a moles.

Os sedimentos flúvio-lagunares e de baías encontram-se, de modo geral, em cotas relativamente mais altas e se depositam mais para o interior do continente, aproximando-se do sopé da Serra do Mar.

As coberturas holocênicas associadas ao Estuário de Santos compreendem, por grande extensão, sedimentos de mangue e de pântano depositados nas margens de lagunas, nos canais de maré e nos cursos inferiores dos rios. Por conseguinte, recobrem amplas porções da ADA.

Completam os depósitos holocênicos, em porções localizadas na AID, as areias marinhas litorâneas e os depósitos continentais, estes últimos representados por corpos de tálus. Os aluviões restringem-se às imediações dos rios maiores na AID, sendo identificados nos rios Cubatão e Jurubatuba, dentre outros.

Depósitos de baixios estão associados ao assoreamento mais intenso nas desembocaduras de rios, nos largos e canais, sendo reconhecidos em certos locais da ADA, principalmente no Largo do Canéu, junto à foz do rio Pedreira. Os baixios representam áreas onde o assoreamento é mais intenso. São também constituídos, preferencialmente, por depósitos de areias finas.

Os sedimentos de mangues e pântanos constituem a principal unidade geológica cartografada. Compreendem depósitos de argilas e areias em geral muito finas. As instalações da COSIPA se encontram assentadas sobre esses sedimentos e as margens do Canal de Piaçaguêra também se desenvolvem sobre os mesmos.

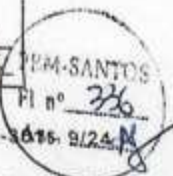
**5.2.2 Aspectos geomorfológicos regional e local**

**5.2.2.1 Área de Influência Indireta (AII)**

Segundo Consultoria Paulista (2004), a Área de Influência Indireta (AII) compreende parte da Subzona Serra do Mar e da Zona Baixada Litorânea, na Província Costeira (Almeida, 1964 e Ponçano et al., 1981).



IPT - AIG  
Nº da Cópia: 14  
Data: 23.08.105



Parecer Técnico nº 9 309-015-9/24-M

000703

Na Serra do Mar, diferenciam-se três tipos de relevo: Escarpas Festonadas, formadas por anfiteatros que caracterizam as serras de Cubatão e Paranapiacaba; Escarpas com Espigões Digitados, formadas por grandes espigões lineares subparalelos que caracterizam as serras do Quilombo, Jurubatuba, Morrão e Mongaguá, e os Cones de dejeção e Corpos de tálus.

Na Baixada Litorânea, foram diferenciados seis tipos de relevo: Planície fluvial, Terraços marinhos, Planícies flúvio-lagunares, Planícies de maré e Baixios, que caracterizam a planície costeira, cujas altitudes variam de 10 m a 15 m, no sopé da escarpa, a 0 m no nível do mar, junto aos canais de maré e nas praias, além dos Morros e Morrotes isolados, com altitudes de 40 m a 300 m.

As bacias hidrográficas dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba, Diana e Sândi que drenam as escarpas da serra contribuem ao aporte de sedimentos que vem ocorrendo no estuário.

Na AII, ocorrem dois conjuntos de processos da dinâmica superficial: um ligado à alteração das rochas (intemperismo predominantemente químico) e aos movimentos de massa (rastejos, escorregamentos, fluxo de detritos e quedas de blocos), e outro associado ao escoamento superficial (ação de torrentes e fluxos de lama) e ao escoamento fluvial (cones de dejeção, formação de baixios e assoreamento).

5.2.2.2 Área de Influência Direta (AID)

Segundo Consultoria Paulista (2004), os tipos de relevo que ocorrem na AID podem ser assim sucintamente descritos:

- **escarpas em anfiteatros** e **escarpas em espigões**: representadas pelas porções terminais dos espigões que formam os relevos serranos, com características e comportamento semelhantes aos morrotes e morros isolados;
- **cones de dejeção e corpos de tálus**: os depósitos de sopé de encosta caracterizam o contato das escarpas serranas com a planície costeira. Os cones de dejeção têm sua origem associada às drenagens atuais, enquanto que os corpos de tálus são formados essencialmente por processos gravitacionais. Os cones de dejeção e corpos de tálus apresentam processos



Nº da Cópia: 14  
Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301 - 10/24

000704

de rastejo freqüentes e de alta intensidade, sendo os escorregamentos ocasionais. O entalhe fluvial vertical e lateral de canais também é freqüente, porém apresenta baixa intensidade. No sopé das escarpas ocorre, em pontos localizados e de modo ocasional, acúmulo de detritos provenientes de escorregamentos e de torrentes;

- **planície fluvial, planície flúvio-lagunar, planície de maré, baixios, morrotes e morros isolados:** a planície flúvio-lagunar ocupa áreas próximas ao sopé das escarpas, nas porções mais interiores da planície costeira. É constituída por areias finas intercaladas com argilas e siltes e, em muitos locais, pode estar recoberta por sedimentos grossos de cones de dejeção. A planície de maré é o relevo predominante na área de implantação do empreendimento e se desenvolve nos locais abrigados das circulações mais enérgicas, sendo constituída por áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. No interior dessas planícies, ocorrem zonas mais elevadas, só atingidas pelas marés de sizígia. Essas áreas são constituídas por solos moles formados por areia fina, siltes e argilas (vasas), e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos e recobertas pela vegetação de mangue. Está associada aos baixios, que são feições de deposição submersa, expostas durante as marés baixas. Essas feições são formadas pela perda de velocidade dos fluxos de transporte, por barramento de correntes ou, ainda, por mudanças nas condições químicas das águas, sendo constituídas por siltes e argilas siltosas.

**5.2.3 Hidrogeologia**

Segundo o EIA (Consultoria Paulista, 2004), considerando-se a Área de Influência Indireta (AII) das obras a serem realizadas no Canal de Piaçagüera, admite-se a existência de dois grandes aquíferos regionais na planície da Baixada Santista: o cristalino, de meio fraturado, no substrato rochoso pré-cambriano; e o sedimentar, de meio poroso, sobreposto ao primeiro.

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC  
Nº de Cópia: 14  
Data: 22/12/05M-SANTOS  
PI nº 338  
Ass. 11/24

Parecer Técnico nº 9 309-301

000705

A Serra do Mar e os Morros Isolados subjacentes podem ser considerados como área de recarga dos aquíferos, e a faixa litorânea que margeia o Oceano Atlântico corresponde à sua área de descarga.

Na Área de Influência Direta (AID) as bacias dos rios Cubatão, Mogi, Quilombo, Jurubatuba e Diana, que fluem para o estuário santista, abrigam o aquífero superior – do tipo livre e de meio poroso – no pacote de sedimentos flúvio-lagunares e fluviais constituído por areias, siltes e argilas dispostos em camadas intercaladas.

Estas águas, juntamente com as do aquífero profundo que aflui pelas cabeceiras, escoam, permanentemente, em direção ao oceano.

#### 5.2.3.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

Segundo Consultoria Paulista (2004), a partir de investigações diretas e indiretas de subsuperfície, foi idealizado um modelo hidrogeológico local para a planície de sedimentos flúvio-lagunares e para o canal propriamente dito. As investigações confirmaram a existência de duas unidades hidrogeológicas, assim representadas:

- **aquífero superior:** é um aquífero livre, de meio poroso, que ocupa o pacote sedimentar composto por uma camada superficial de areia fina, pouco argilosa, de sedimentos de mangue, sobre sedimentos flúvio-lagunares representados por argilas com eventuais intercalações arenosas; e sedimentos marinhos. De acordo com Consultoria Paulista (2004), os resultados de sondagens efetuadas evidenciam que a superfície livre deste aquífero se apresenta subafiorante e o mesmo se desenvolve até cerca de 25 m a 30 m de profundidade, quando se inicia o aquífero inferior. Apresenta baixa capacidade de exploração, evidenciada por baixos valores de vazão, de condutividade hidráulica e de transmissividade, característicos de materiais argilosos. Apresenta porosidade efetiva ( $n_e$ ) média estimada de 20%, obtida experimentalmente para sedimentos siltico-argilosos. O regime de fluxo se dá localmente, pela infiltração das águas das chuvas e das marés de cheias sobre a planície de maré que se estende ao longo das margens do Canal de Piaçaguera. A recarga deste aquífero se dá de forma principalmente difusa, pela infiltração das águas



IPT - ATC  
 N° da Cópia: 14  
 Data: 22/08/05

PRM-SANTOS  
 Fl. n° 329

Parecer Técnico nº 9 309-301 - 12/24

000706

salinas durante a fase de maré cheia, o que imprime, às suas águas, elevados teores de cloretos. A direção de fluxo acompanha a topografia local;

• **aqüífero inferior:** corresponde à camada flúvio-lagunar e flúvio-marinha constituída por areias finas, e a camada de pedregulhos dos sedimentos fluviais presentes na base do pacote sedimentar. É um aqüífero confinado, instalado a partir de 25 m a 30 m de profundidade, até o limite com o embasamento cristalino, o qual não foi atingido pelas sondagens a percussão executadas na área do Canal de Piaçagüera, uma vez que as mesmas foram interrompidas ainda na camada basal do pacote sedimentar. Suas águas se inserem no contexto de fluxo subterrâneo da Baixada Santista, cuja zona de recarga é a Serra do Mar e a descarga se dá na área costeira (Consultoria Paulista, 2004). O fluxo das águas é regional e ascendente, determinado pela recarga proveniente da Serra do Mar, Serra do Quilombo, Serra do Morrão e Morros Isolados, com altas cargas hidráulicas, esperando-se ainda elevada condutividade hidráulica e alta transmissividade, características que tornam este aqüífero passível de exploração. Ressalta-se ainda que na região do Dique do Furadinho, os resultados de poços instalados para o monitoramento do aqüífero livre indicam um fluxo subterrâneo que se dá de modo radial, da área central para os corpos d'água dos entornos do dique, representados pelo canal de Piaçagüera e pelo rio Cubatão. Nessa área, também foram constatadas a influência das oscilações das marés no comportamento do lençol freático e a penetração da cunha salina na região, com direção sudeste-noroeste.

**5.2.4 Caracterização geotécnica da Área Diretamente Afetada (ADA)**

A caracterização geotécnica da ADA foi obtida por meio de dados primários, ou seja, realização de investigações de subsuperfície (sondagens, ensaios de palheta e coleta de amostras para ensaios de laboratório) e de pesquisa bibliográfica.

Segundo o EIA, foram realizadas 12 sondagens a percussão com medida do torque (SPTT) ao longo do canal, em porções submersas, próximas às futuras cavas. A lâmina d'água total atravessada variou de 0,5 m a 5,02 m e as cotas do terreno submerso



**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



IPT - ATC	
Nº de Cópia: 14	PRM-SANTOS
Data: 23/08/05	PI nº 240
	Ass. [assinatura]

Parecer Técnico nº 9 309-301 - 13/24

000707

em relação ao nível do mar (altitude zero) entre  $-0,20$  m e  $-3,62$  m. Os ensaios de palheta foram realizados em sete pontos escolhidos ao longo da profundidade das sondagens, totalizando 84 determinações de resistências não-drenada naturais e amolgadas das argilas moles (Consultoria Paulista, 2004). Entretanto, ressenete-se da apresentação dos tais resultados. Também foram retiradas 13 amostras indeformadas tipo Shelby para a caracterização dos sedimentos.

As características geotécnicas dos sedimentos foram apresentadas por meio de referências ao trabalho de Massad (1999) e a partir de norma técnica interna da Cosipa (1992).

Da análise das investigações de subsuperfície e seções geológico-geotécnicas realizadas, o perfil geológico-geotécnico foi caracterizado do topo para a base como sendo constituído por mangue arenoso (SMGar), mangue argiloso (SMGar), argilas de sedimentos flúvio-lagunares (SFLag), areias finas de sedimentos flúvio-marinhos (SMLar), areias finas e médias de sedimentos flúvio-marinhos (SFM) e areias grossas aluviais de sedimentos fluviais (SFA).

O comportamento dos solos moles foi avaliado quanto à resistência ao cisalhamento, ao adensamento e compressibilidade. Pela consistência muito mole ( $SPT < 2$ ) a mole ( $SPT$  entre 3 e 5), predominam nestes sedimentos resistências não-drenadas ao cisalhamento crescentes com a profundidade, decorrentes do adensamento ocasionado pelo peso próprio da camada.

Ao executar um aterro sobre um solo mole, devem ser consideradas as diferentes sollicitações ao longo da superfície de ruptura, além de efeitos de anisotropia e do tempo de sollicitação. Baseado em casos reais de ruptura de aterros dimensionados a partir dos resultados do Vane Test e com fatores de segurança superiores a 1, Bjerrum propôs uma correção dos valores obtidos diretamente neste ensaio em função do Índice de Plasticidade do material.

## 6. AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

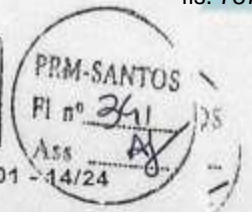
A sollicitação contida no Ofício/CPRN/Dala/1234/04, de 09.08.04, relacionava-se às alternativas de disposição adotadas, alguns detalhamentos e complementações de

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



IPT - ATC	
Nº da Cópia:	14
Data:	23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301

000708

informações, ainda durante a fase de estudo prévio, de modo a subsidiar a análise de viabilidade ambiental do empreendimento.

Conforme destacado no EIA (CONSULTORIA PAULISTA, 2004), dentre as alternativas para a disposição dos sedimentos dragados escolhidas, quais sejam: três cavas confinadas (no Largo do Cubatão, no Largo do Casqueiro e no Largo do Canéu), duas áreas confinadas por diques (Dique do Canal C e Dique do Furadinho), três cavas submersas sob o canal de navegação (trechos Quilombo e Cubatão), as questões mais difíceis foram relacionadas à disposição do material dragado contaminado, à contaminação residual dos sedimentos e à alteração da qualidade da água.

Com relação às cavas confinadas, o EIA (CONSULTORIA PAULISTA, 2004) destacou que a determinação dos locais onde devem ser construídas as cavas e realizada a disposição final do material dragado deve ser precedida por um conjunto de estudos que envolvem as correntes, batimetria, potencial de mudanças no padrão de circulação, processos de erosão do fundo e características sedimentológicas, taxas de deposição e erosão, padrões de salinidade e temperatura, turbidez da água, caracterização química e biológica do local de disposição final, histórico das disposições na área, habilidade de monitorar o local de disposição, entre outros. Entretanto, alguns destes aspectos não haviam sido abordados.

A hipótese de eventual bombeamento de água para a usina Henry Borden, que poderia ocasionar alteração no regime hidrológico do rio Cubatão, não havia sido considerada, nem aventadas as conseqüências dessa possível situação sobre a cava confinada do Largo do Cubatão.

Com relação à localização das cavas confinadas, para a do Largo do Cubatão, considerou-se em IPT (2004) que a hidrodinâmica local deveria ser melhor caracterizada, devido ao seu posicionamento junto à foz do rio Cubatão e foz do rio Quilombo e lateralmente ao Canal de Piaçagüera. Eventuais alterações no regime hidrológico do rio Cubatão e a proximidade com o Dique do Furadinho, caso ocorram instabilizações nessa cava, poderiam acarretar efeitos danosos sobre o dique e colocar sedimentos contaminados em suspensão.

Segundo CONSULTORIA PAULISTA (2005), essa cava está localizada em um braço abandonado e tem vazão muito reduzida, decorrente de um desvio do rio Cubatão

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

SANTOS  
178  
SS. [assinatura]IPT - ATC  
Nº de Cópia: 14  
Data: 23/06/05M.SANTOS  
342

Parecer Técnico nº 9 309-301 - 15/24

000709

05

para o rio Casqueiro, prevendo-se aumento não significativo na hipótese de bombeamento para a Usina. Na foz do canal estuarino, em situação de vazão máxima da usina e maré vazante, CONSULTORIA PAULISTA (2005) estima valores de velocidade máximos de 1,0 a 1,5 m/s, considerados de baixíssima energia. Destaca-se que os diques são obras temporárias e serão dimensionados de modo a garantir a estabilidade por meio de taludes com inclinações adequadas aos parâmetros geotécnicos e condições de solicitação, devendo ser considerado, inclusive, o caso de rebaixamento rápido do nível de maré e de aumento circunstancial da velocidade de escoamento nos canais.

Outro aspecto a ser considerado, durante a construção das cavas confinadas, seria a influência das ondas geradas pelo trânsito das embarcações no canal sobre os diques. Em CONSULTORIA PAULISTA (2005a), afirma-se que devido às restrições de segurança à navegação, a velocidade de deslocamento das embarcações que trafegam no canal de Piaçagüera é inferior a 8 nós, ocasionando ondas de baixa energia. Entretanto os taludes dos diques deverão ser projetados para se manter estáveis sob tais solicitações e também está previsto o monitoramento e estabilização de pontos isolados de processos erosivos.

**Com relação às áreas confinadas por diques**, para o Dique do Furadinho havia sido prevista a execução de um aterro controlado de 2,5 m de altura, com largura da crista de 3 m e taludes com inclinação 1v:2h. O talude interno deveria ser revestido por manta geotêxtil e geomembrana de PEAD (polietileno de alta densidade) de 1,5 mm de espessura, destacando-se no estudo que *a aplicação da manta seria realizada por mão-de-obra especializada para não comprometer a qualidade da impermeabilização*. Também foi prevista a execução de uma escavação interna ao dique, com 2 m de profundidade, taludes de inclinação 1v:1h, e reaterro com material argiloso para funcionar como *cut-off*.

Para essas condições de projeto e considerando-se que a região do dique do Furadinho é um passivo ambiental, ficou caracterizada a preocupação com a estanqueidade/impermeabilização e estabilidade geotécnica da área. Entretanto, embora a execução desse aterro aparentemente não represente maiores riscos quanto à estabilidade, pela pequena altura, ainda deveriam ser considerados no projeto os recalques diferenciais entre o corpo do aterro controlado (dique) e o aterro interno,



IPT - ATC  
N° da Cópia: 14  
Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301 - 16/24

000710

executado com material aquoso (lodo de dragagem), de menor densidade. Recomendou-se maior detalhamento das investigações geológico-geotécnicas, particularmente representado pela realização de ensaios de palheta (Vane Test), para que se determine a resistência não-drenada do solo mole sotoposto ao dique, que poderia eventualmente indicar a necessidade de algum tratamento da fundação quanto à estabilidade durante a execução. Em IPT (2004), destacou-se que o adensamento do solo mole ocasiona recalques ao longo do tempo, os quais poderiam comprometer a integridade da membrana de PEAD e a impermeabilização da área.

Recomendou-se, em IPT (2004), a avaliação e apresentação das condições de estabilidade durante a execução do dique, os recalques esperados ao longo da vida útil da obra, e as magnitudes das tensões induzidas na membrana de PEAD, avaliando se seriam compatíveis com a situação em que seria empregada.

Segundo CONSULTORIA PAULISTA (2005a), após a finalização das investigações e estudos geológico-geotécnicos, foi atestada a viabilidade do aproveitamento da região do Dique do Furadinho e reformulado o projeto quanto à geometria, ao tratamento das fundações e a impermeabilização.

A seção transversal típica deverá então contar com berma de 0,5 m de altura e taludes de inclinação 1(v):3(h), que deve proporcionar aumento da capacidade de carga e melhoria na estabilidade global, bem como facilidade de acesso à área. O dique deverá ser executado com solo compactado a partir da berma, descartando-se a hipótese de uso de escória, e terá taludes com inclinação de 1(v):2(h), altura de 2,5 m e largura de 3,0 m na crista. Está prevista uma borda livre de 0,5 m para evitar o transbordamento das águas da chuva, até que atinjam a lagoa de decantação.

Para o aproveitamento da área do Dique do Furadinho, foram consideradas duas alternativas, com e sem a utilização da região mais elevada do terreno, ao norte. O uso dessa área geraria maior volume de disposição e comparativamente pequeno ganho de volume adicional para disposição de sedimentos contaminados.

Para a análise de estabilidade, foram apresentados estudos empregando-se método de equilíbrio limite na obtenção do valor mínimo de fator de segurança. Foi utilizado o Software WinStabl e o método de Bishop Simplificado. Foram analisados três casos:

180  
 [Handwritten signature]

Nº de Cópia: 14  
 Data: 23/08/25

IRM-SANTOS  
 nº 344  
 17724

Parecer Técnico nº 9 309-301 - 17724

0004711

INTOS  
 [Handwritten signature]

- **caso 1:** análise de sensibilidade do modelo considerando a seção típica do dique atual e os parâmetros de resistência obtidos recentemente para o solo mole ( $c=10+1,7z$  para somente argila marinha; e  $c=10+0,7z$  para argila marinha, orgânica e siltosa, já considerada a correção de Bjerrum). Nessa análise paramétrica, para os parâmetros e geometria atuais, foi obtido Fator de Segurança mínimo ( $FS_{min}$ ) de 1,29. Na realidade, pode-se considerar apenas que, nessas condições, como não há qualquer indício de ruptura, seguramente o FS é superior a 1. Considera-se que poderia ter sido realizada uma retroanálise e verificado que parâmetros, nessas condições, levariam o aterro à ruptura e, a partir desses valores, conservadores, projetar o novo dique. Há que se considerar que o carregamento do solo mole pelo aterro ocasiona o adensamento e o acréscimo da resistência não-drenada e, conseqüentemente, o incremento do FS;
- **caso 2:** afastamento mínimo do dique existente igual a 70 m, considerando a seção do novo dique. Neste caso, foi obtido  $FS=1,45$ ;
- **caso 3:** afastamento do dique no local em que fica próximo ao dique existente. Para o caso de o novo dique ficar junto ao existente:  $FS_{min}=1,0$  (insatisfatório); para o dique novo afastado 10 m do existente:  $FS_{min}= 1,19$ , (insatisfatório); e dique novo afastado de 15 m do existente:  $FS_{min}= 1,29$ .

Não foram explicitados os parâmetros de resistência do material constituinte dos diques que, em estudos anteriores, haviam sido utilizados  $c=10$  kPa e  $\phi=20^\circ$  (GH Engenharia e FUNDESPA). No caso de execução de aterros sobre solos moles, há que se considerar que a magnitude das deformações (recalques) ocasiona trincas no corpo do aterro. Nesse caso, é necessário avaliar se o corpo do aterro contribui ou não para a estabilidade do conjunto, na análise da estabilidade global, conforme hipótese dos modelos de equilíbrio limite. Se o aterro for constituído de material arenoso, a trinca se refaz e o corpo do aterro contribui para a estabilidade do conjunto. No caso de aterros coesivos, seria recomendável considerá-lo apenas como carregamento sobre a fundação, sem contribuição para a estabilidade global, e eventualmente poderia ser necessário o uso de algum reforço na base.

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

PRM / SANTOS  
Fl. nº 181

Nº de Cópia: 14  
Data: 23/08/05

PRM-SANTOS  
Fl. nº 245

Parecer Técnico nº 9 309-301-0518/24

INTOS  
32

000712

Desse modo considera-se que a disposição dos sedimentos da dragagem na região do Dique do Furadinho é ambientalmente viável, devendo ainda ser detalhadas análises de estabilidade para finalização do projeto geotécnico.

Em IPT (2004), também foram solicitados estudos e/ou informações acerca da eficiência do *cut-off*, avaliando inclusive a viabilidade de sua execução quanto a aspectos construtivos, como o rebaixamento do nível d'água, para possibilitar os trabalhos de recompactação, e a estabilidade provisória dos taludes da escavação, 1v:1h em solo mole.

Em substituição ao *cut-off*, que apresentaria dificuldades construtivas, foi proposta a execução de uma trincheira preenchida com argila (*slurry trench*) que poderá ser executada abaixo do nível freático, sem a necessidade de seu rebaixamento. Em CONSULTORIA PAULISTA (2005b), indica-se que essa barreira de baixa permeabilidade ( $10^{-7}$  cm/s) deverá atingir profundidades de até 6 m, tal que ultrapasse a camada de sedimentos permeáveis (areias com permeabilidade de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  cm/s) e se atinja a camada de argila flúvio-lagunar (de permeabilidade de  $10^{-6}$  cm/s). Também está projetada a instalação de uma membrana impermeável acompanhando o talude e a berma internos ao dique. CONSULTORIA PAULISTA (2005a) apresentou estimativas de recalque sob o eixo do novo dique e sob a área de material dragado depositado, que corroboraram a hipótese de indução de esforços diferenciais sobre a manta (recalque diferencial de 1,80 m-1,40 m=0,40 m), caso se optasse pelo seu uso na lateral e fundo do dique, que ocasionariam a sua ruptura. O modelo de percolação proposto garante a não mobilidade de sedimentos; entretanto, mesmo para baixas permeabilidades, como as verificadas na *slurry trench*, ocorre fluxo d'água, ainda que a baixíssimas velocidades e a longo prazo. Considera-se que este estudo deva ser detalhado quanto à mobilidade de íons presentes nos sedimentos contaminados ou ainda quanto à capacidade de autodepuração do mangue, de modo a garantir parâmetros adequados para a remediação da área para a próxima fase do licenciamento.

Com relação às cavas submersas no canal de acesso, os fatores condicionantes são a estabilidade de seus taludes, por se tratar de escavação submersa de grande profundidade em solo mole, e o artesianismo local. Instabilizações poderão

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas



Nº de Cópia: 14  
Data: 23/08/05



Parecer Técnico nº 9 309-301 - 19/24

levar a *offsets* muito próximos ou junto ao mangue, pois a ocorrência de rupturas provocará o abatimento dos taludes afetados no sentido das margens do canal.

IPT (2004) destacou que, embora no EIA este aspecto tenha sido abordado, ressentiu-se da apresentação dos estudos elaborados pela empresa Engenharia de Solos e de Fundações Constantino Angelino Neto Consultoria, bem como dos resultados de ensaio de cisalhamento *in situ*, que permitiriam avaliar a estabilidade dos taludes. Apenas foram apresentados resultados do Vane Test em dois pontos (a -2 m e -24,5 m de profundidade), que são pouco representativos para a determinação do perfil de resistência não-drenada e para a avaliação da estabilidade. Destacou-se que também pode ocorrer a estratificação das camadas do solo mole, ocorrendo pacotes com menores resistências e menos favoráveis à segurança.

Em CONSULTORIA PAULISTA (2005a), foram encaminhados resultados compilados de vários estudos já realizados na ADA. Os estudos da Constantino Consultoria de Solos e Fundações, correspondentes à região do canal de navegação, onde serão implantadas as cavas submersas, indicaram valores de resistência não drenada mais elevados que os do Dique do Furadinho. Como não foram encaminhados os resultados do Vane Test, não foi possível avaliar a representatividade dos mesmos.

Adicionalmente, ressalta-se que a implantação das cavas submersas, devido às profundidades que serão escavadas, interceptarão os sedimentos arenosos do aquífero inferior, caracterizado por CONSULTORIA PAULISTA (2004) como um aquífero confinado, com elevada condutividade hidráulica, alta transmissividade e boas condições de recarga. Dadas às condições hidrogeológicas específicas, ou seja, área de recarga do aquífero situada na Serra do Mar e o confinamento propiciado pelos sedimentos argilosos sobrepostos às areias, esperam-se também cargas hidráulicas elevadas na área de implantação das cavas submersas.

A interceptação deste aquífero sob estas condições hidráulicas deverá provocar diversas alterações, tanto em termos regionais como em termos locais. Regionalmente, podem ser citados o rebaixamento das cargas hidráulicas, cuja magnitude é função dos parâmetros hidráulicos do aquífero, e as alterações nas condições de descarga, decorrentes das modificações nas cargas hidráulicas. Estas alterações podem induzir recalques assim como tornar o aquífero vulnerável à penetração de cunha salina nas

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas


 IPT - ATC  
 N° da Cópia: 14  
 Data: 23/08/05

 PRM-SANTOS  
 Fl n° 347  
 155

Parecer Técnico nº 9 309-304 - 20/24

000714

áreas de descarga. Localmente, podem ocorrer condições favoráveis à desestabilização das cavas devido às vazões e aos eventuais gradientes críticos de saída que podem ser criados.

Outro aspecto a ser analisado, é a efetiva capacidade de restauração das condições iniciais ("reconfinamento do aquífero") pelo preenchimento das cavas com o material proveniente da dragagem. Caso esta condição não seja alcançada, ou seja, a estanqueidade original conferida ao aquífero, há risco de desenvolvimento e evolução de processos de *piping* através dos materiais de preenchimento das cavas, com a conseqüente perda de carga hidráulica no aquífero. Além destes aspectos, pode ocorrer arrefecimento nas condições de fluxo vertical, comprometendo as hipóteses de projeto estabelecidas para dique do Furadinho.

Para se avaliar, de modo mais efetivo, as implicações decorrentes da implantação das cavas submersas, é necessário que as propriedades hidráulicas e hidrogeológicas do aquífero sejam determinadas e que as reais condições sob as quais será efetuado o confinamento do material dragado sejam analisadas.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação dos impactos ambientais decorrentes do processo de dragagem e disposição dos materiais dragados foi efetuada de modo que todos os processos tecnológicos, relativos a cada etapa de desenvolvimento das obras e implantação do empreendimento, fossem conjugados aos fatores geradores de impactos, possibilitando a análise, mensuração e avaliação dos impactos correspondentes a cada uma das respectivas atividades.

De modo geral, os impactos no meio físico estão associados às peculiaridades dos aspectos geológico-geotécnicos do projeto, às implicações da implantação do empreendimento sob as condições hidrogeológicas do meio, às alterações na dinâmica superficial e na hidrodinâmica do sistema de mangues e na efetiva capacidade das soluções propostas em reter os sedimentos contaminados nos locais de disposição. Tais peculiaridades podem ser assim destacadas:

- em relação aos aspectos geológico-geotécnicos: os problemas relativos à estabilidade dos taludes das cavas confinadas e/ou submersas; os recalques e



**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC	
Nº de Cópia:	14
Data:	23/08/05
PRM-SANTOS	
Fl. nº 218	

Parecer Técnico nº 9 309-301-24/24

000715

- rupturas dos solos moles da fundação dos diques de contenção dos materiais dragados e/ou dos diques provisórios de proteção das cavas confinadas;
- em relação aos aspectos hidrogeológicos: os impactos associados à interceptação e alteração no fluxo dos aquíferos superior e profundo e a possibilidade de contaminação destes aquíferos;
  - com relação à dinâmica superficial: são esperadas alterações no sistema de drenagem e no regime do escoamento superficial e erosão dos taludes dos diques;
  - alterações na hidrodinâmica da área, como a redução do aporte de sedimentos e a limitação da evolução da planície de maré;
  - possibilidade de ressuspensão de sedimentos contaminados devido a problemas relativos à estabilidade dos taludes, dos diques e à ruptura dos materiais depositados no interior das cavas e dos diques.

De modo geral, considera-se que todos os possíveis impactos no meio físico foram adequadamente avaliados. Entretanto, ressaltam-se alguns tópicos que merecem ser melhor explicitados, conforme seguem:

- os impactos de natureza geológico-geotécnica, ou seja, aqueles associados à estabilidade das estruturas a serem implantadas (diques de contenção, cavas confinadas e cavas submersas), carecem de melhor elucidação quanto aos parâmetros de projeto, de modo que as condições de estabilidade e a estanqueidade das estruturas projetadas sejam de fato garantidas;
- do mesmo modo, os parâmetros hidráulicos e hidrogeológicos, assim como as análises que embasaram as conclusões sobre as condições do fluxo subterrâneo, tanto do aquífero superior como do inferior, não foram apresentadas. Portanto, recomenda-se que estes parâmetros e análises sejam apresentados para efetiva análise dos projetos de contenção;
- aspectos relativos à erosão dos diques de proteção das cavas confinadas durante a sua implantação, especialmente aqueles que dizem respeito às

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

**IPT - ATC**

IPT - ATC  
Nº da Cópia: 14  
Data: 23/08/95

PRM-SANTOS  
nº 369  
Ass. 22/24

Parecer Técnico nº 9 309-301

000716

NTOS  
2

ondas geradas pelas embarcações de grande porte também necessitam ser melhor avaliados.

Quanto ao Dique do Furadinho recomenda-se o detalhamento do seu projeto geotécnico. No caso de execução de aterros sobre solos moles, há que se considerar que a magnitude das deformações (recalques) ocasiona trincas no corpo do aterro. Nesse caso, torna-se necessário avaliar se o corpo do aterro contribui (ou não) para a estabilidade do conjunto na análise da estabilidade global, conforme hipótese dos modelos de equilíbrio limite.

São Paulo, 05 de maio de 2005.

Divisão de Geologia  
Agrupamento de Geologia Aplicada a Obras

*Antonio Marrano*  
Geólº Mestre Antonio Marrano  
Chefe de Agrupamento  
CREA SP nº 0600628473 - RE 3647

Divisão de Geologia

*José Luiz Albuquerque Filho*  
Geólº Dr. José Luiz Albuquerque Filho  
Diretor de Divisão  
CREA SP nº 0600998602 - RE 6093

PRM-SANTOS  
Fl. nº 185  
Ass. [assinatura]

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC		NUM. SANTOS
Nº de Cópia:	14	350
Data:	23/08/09	

Parecer Técnico nº 9 309-301 - 23/24

000717

**EQUIPE TÉCNICA****Divisão de Geologia****Agrupamento de Geologia Aplicada a Obras**

Gerente em exercício do Projeto: Antonio Marrano – Geólogo

Adalberto Aurélio Azevedo – Geólogo

Alessandra Gonçalves Siqueira – Geóloga

**Divisão de Engenharia Civil****Agrupamento de Estudos Geotécnicos**

Sofia Julia Alves Macedo Campos – Engenheira Civil

**Apoio Administrativo**

Célia Regina Vallin de Souza - Secretária

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

IPT - ATC  
 N° da Cópia: 14  
 Data: 23/08/05  
 PRM-SANTOS  
 Fl. nº 351  
 24924  
 000714

Parecer Técnico nº 9 309-301

105  
 2  
 1

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS – 2004 – Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais. EIA/RIMA. 4vol.
- CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS – 2005a - Complementação ao EIA/RIMA da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais. Informação Técnica CPEA 001/05, 5p. 1 anexo.
- CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS – 2005b – Complementação ao EIA/RIMA da Dragagem do Canal de Piaçagüera e Gerenciamento dos Passivos Ambientais. Informação Técnica CPEA 002/05, 21p. 4 anexos.

105  
 187  
 ASS.