

CAPÍTULO 6

PASSIVOS AMBIENTAIS

6.1. INTRODUÇÃO

6.1.1. Introdução e Objetivos

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no estudo ambiental realizado no Porto de São Sebastião, localizado no município de São Sebastião, litoral norte do estado de São Paulo. Os dados apresentados são referentes à caracterização do solo e da água subterrânea, cujos resultados servirão para subsidiar a avaliação dos passivos ambientais do referido Porto. Na Figura 1 do Anexo 6.1.1 - 1 é mostrado o mapa de localização da área, destacando-se a área de interesse e respectivo uso atual do solo.

Na área do Porto não há histórico de investigação ambiental, sendo que os primeiros trabalhos realizados na área fazem parte justamente do escopo do presente relatório e, por este motivo, foi realizada uma investigação ambiental local, focado no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para ampliação do Porto de São Sebastião.

6.1.2. Escopo do trabalho

A execução do presente estudo compreendeu duas etapas distintas: Avaliação Preliminar, contemplando os usos e ocupações do solo baseados no levantamento de dados históricos, e Investigação Confirmatória, cujo escopo encontra-se descrito a seguir:

- Perfuração e instalação de 10 (dez) poços de monitoramento na área;

- Amostragem de solo durante as perfurações para instalação dos poços;
- Realização de ensaios hidráulicos para definição da condutividade hidráulica;
- Levantamento topográfico dos poços de monitoramento;
- Elaboração do mapa potenciométrico;
- Amostragem de água subterrânea nos dez poços de monitoramento;
- Análise química das amostras de solo e água subterrânea;
- Discussão dos resultados;
- Elaboração do relatório técnico.

6.2. AVALIAÇÃO PRELIMINAR

6.2.1. Atividades desenvolvidas durante a investigação preliminar

Neste item são apresentados os resultados obtidos na etapa de Avaliação Ambiental Preliminar realizado na Área do Terminal Portuário de São Sebastião, administrado pela Companhia Docas de São Sebastião.

Os trabalhos foram desenvolvidos buscando-se atender as deliberações constantes no documento “Decisão de Diretoria nº. 103/2007/C/E”, de 22 de junho de 2007, estabelecido pela Agência Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que se baseia na metodologia preconizada pelo “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”. Adicionalmente foi utilizada também como referência a Norma NBR 15515-1 – “Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea – Parte 1: Avaliação Preliminar”.

A Avaliação Ambiental Preliminar teve como objetivo principal verificar a existência de evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área de interesse, baseando-se no levantamento de informações disponíveis sobre o uso atual e pretérito da área e direcionar a investigação de possíveis passivos ambientais presentes na área destinada à implantação do Terminal Portuário.

Os dados de campo, plantas, informações relevantes e toda a documentação pertinente ao estudo, inclusive a “Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas” da área, já preenchida, foram obtidas e fornecidas junto à Companhia Docas de São Sebastião e remetem ao escopo do projeto até a presente data.

6.2.2. Dados Cadastrais e Localização da Área de Interesse

RAZÃO SOCIAL: Companhia Docas de São Sebastião

ENDEREÇO DO EMPREENDIMENTO: Rua Altino Arantes, 410 – Centro, São Sebastião/SP – CEP: 11600-000

CONTATO: Rua Brigadeiro Faria Lima, 2954 -11º andar – Jardim Paulistano, São Paulo/SP – CEP:01451-000

COORDENADAS: UTM mE 460951,64 e mN 7367392,83

RESPONSÁVEL: Companhia Docas de São Sebastião

REPRESENTANTE: Diretor Presidente da Companhia Docas de São Sebastião, Sr. Frederico Bussinger – Tel.: (11) 3078-3825/3651

TIPO DE ATIVIDADE DESENVOLVIDA: Terminal Portuário.

6.2.3. Caracterização da Área e de suas Adjacências

Foram levantados dados e informações a respeito do histórico ocupacional e operacional das áreas de ampliação e de suas adjacências.

A realização deste levantamento teve como objetivo reconstituir a maneira como foram desenvolvidas as atividades operacionais das áreas, além da evolução do uso e ocupação do solo no local e adjacências e o posicionamento de eventuais bens a proteger, detalhados mais adiante neste relatório.

O desenvolvimento deste levantamento se deu através das seguintes etapas:

- Consulta ao cadastro de áreas contaminadas mantido pela CETESB;
- Preenchimento e análise da “Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas”;
- Levantamento de informações junto ao Responsável Legal pela área;
- Levantamento aerofotogramétrico temporal;
- Realização de visita à área para inspeção, reconhecimento e caracterização da área e entorno imediato;
- Levantamento de poços de captação de água subterrânea junto ao DAEE.

Dando início aos trabalhos da etapa de Avaliação Preliminar, no dia 12 de dezembro de 2008 foi realizada uma visita técnica com intuito de fazer um reconhecimento da área de estudo e identificar os locais onde se deveriam focar os estudos a serem realizados na etapa da Investigação Confirmatória.

6.2.4. Levantamento das informações

6.2.4.1. Consulta ao cadastro de áreas contaminadas da CETESB

Foi realizada uma consulta junto ao Cadastro de Áreas Contaminadas mantido pela Diretoria de Controle de Poluição Ambiental da CETESB.

Esta consulta, feita através do site da entidade na internet, teve como finalidade verificar se no passado já houve constatação da existência de contaminação na área em estudo e/ou nas suas regiões limítrofes.

Ao analisar o referido cadastro, observou-se que a área de interesse em questão não está cadastrada como área contaminada, contudo foram identificadas áreas cadastradas no site da CETESB no entorno da área de interesse, as quais são evidenciadas na Figura 2 do Anexo 6.1.1 - 1, sendo que as fichas obtidas junto ao site da CETESB encontram-se no Anexo 6.2.4.1 - 1.

6.2.4.2. Ficha cadastral das áreas contaminadas

A Ficha Cadastral de Áreas Contaminadas preenchida é segue o modelo apresentado na seção 5101 do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, que tem em sua seção 5102 o guia que orienta o preenchimento da mesma. O preenchimento da Ficha Cadastral, conforme informação presente na própria ficha foi realizada por um técnico da CPEA. Na Tabela 6.2.4.2 - 1 a seguir, é mostrada uma síntese das informações contidas na Ficha Cadastral.

Tabela 6.2.4.2-1: Síntese das informações contidas na Ficha Cadastral

Tipo de atividade pretérita	Informações
Tipo de atividade atual	Porto
Fonte provável da contaminação	Dispersão
Materiais utilizados/ produzidos/armazenados	Granéis, containers, veículos
Resíduos gerados	Desconhecido
Destino das águas residuárias	Desconhecido
Tipo/condições do piso	Asfalto, paralelepípedo e sem cobertura
Histórico de vazamentos/ infiltrações	Desconhecido
Substâncias suspeitas de estarem presentes na área	Hidrocarbonetos derivados de petróleo e metais, ligas e compostos metálicos.
Ocupação do solo/áreas com bens a proteger	Dentro da área de interesse: zona viária, estacionamento e área de interesse público (terminal <i>Ferry Boat</i>); Fora da área de interesse: zona viária, área militar, comercial, industrial, residencial, de interesse público, utilidades, parque, área de lazer e hospital.
Informações fisiográficas do local	Declividade entre 0% e 30%; área de planície litorânea; solo predominantemente argiloso; variação do nível d'água inferido entre 1,0 e 2,0 metros.
Indícios de contaminação	Desconhecido
Compostos detectados na área	Desconhecido

A Ficha Cadastral completa, preenchida e assinada por um técnico responsável da CPEA é apresentada no Anexo 6.2.4.2 - 1

6.2.4.3. Área de interesse

As informações a respeito do histórico operacional da área de interesse foram coletadas e compiladas pela CPEA em dezembro de 2008.

O Porto de São Sebastião está localizado entre as coordenadas UTM mE 460951,64 e mN 7367392,83. O Porto possui área de 392.376,96m² e 3.047,40m de perímetro, é limitado ao norte pelas Avenidas Antônio Januário do Nascimento e São Sebastião, a leste pelo Canal de São Sebastião, ao sul pelo enrocamento que se inicia junto à foz do Córrego Mãe Isabel, e a oeste pela antiga linha de costa e Rua do Cais

O Porto de São Sebastião possui um berço de atracação externo (berço 101) com 150m de cais e 75m de dolphins, totalizando 225m, o que permite atender navios maiores.

Com relação ao calado, dados oficiais indicam 9 m máximos, porém, segundo a Administração do Porto e Praticagem, as operações são realizadas em um calado de 8 m mais preamar de 0,5m.

Existem também três outros berços internos, destinados as embarcações empregadas em operações de apoio, que perfazem um total de 212m (Tabela 6.2.4.3-1).

Tabela 6.2.4.3-1: Extensão e Profundidade dos Berços de Atracação

Berço	Extensão (m)	Profundidade (m)
101	150,0	8,2
201	51,1	7,2
202	75,1	6,2*
203	86,0	4,2*

*A profundidade efetiva está em torno de 3 a 4m. Fonte: PRONAVE - Agentes de Comércio Exterior Ltda

No cais principal do porto situa-se somente um armazém de alvenaria o qual apresenta as dimensões de 20 x 50m aproximadamente, com área de 1.000m² e ainda encontra-se alfandegado.

Na porção sudoeste do porto, na nova área de expansão, existem outros três armazéns públicos (números 3 ao 6), alfandegados, feitos em estrutura de aço e cobertos por lona sintética, para eventual guarda de carga geral, com uma área de 2.000m² cada, em área asfaltada, totalizando 6.000m² (40 x 150m). Esses armazéns geralmente são utilizados para armazenamento de granéis sólidos, equipamentos e carga geral.

Existem no porto dois pátios alfandegados e asfaltados (Pátios 1 e 2), com uma área total de 65.800 m², usados para armazenagem de veículos, contêineres, máquinas e equipamentos, além de eventuais outras cargas que não precisem de cobertura.

Na área portuária encontra-se também o terminal da balsa (*Ferry Boat*) para Ilha Bela.

Há uma área de expansão de cerca de 283.000m², que foi ampliada em parte com material de aterro de dragagem, ao lado dos pátios do porto, dos quais é separada pela via de acesso ao píer.

Na porção sul da área de interesse não há ocupação por se tratar de área marítima, todavia pelo escopo atual do projeto algumas residências lindeiras a área do projeto poderão ser impactadas.

Na Figura 3 do Anexo 6.1.1 - 1 é apresentada uma foto aérea da região, indicando as disposições das instalações na área de interesse. O dossiê fotográfico da área é apresentado no Anexo 6.2.4.3 - 1.

6.2.4.4. Entorno

Foi considerado um raio de aproximadamente 200m para o levantamento das instalações no entorno da área de interesse.

A oeste da área de interesse encontram-se:

- Cinco silos alfandegados da Malteira do Vale S.A. com capacidade aproximada de 4.000 tons cada para armazenamento de cevada;
- TEBAR – Terminal Marítimo Almirante Barroso, especializado na carga e descarga de granéis líquidos (petróleo e derivados) de propriedade da PETROBRAS e por ela operado. Este terminal estende-se em direção norte operando dois píeres e compondo quatro berços numa extensão de 905m, com profundidade variando entre 14 e 26 metros. Para depósito são utilizados ao todo 43 tanques com capacidade de armazenagem de 2,1 milhões de toneladas;
- Armazéns para produtos químicos da CNAGA – Companhia Nacional de Armazéns Gerais Alfandegados (EADI), com uma área total de 17.000 m² e capacidade de estocagem de 90.000 tons.

A leste da área de interesse está o canal de São Sebastião, ao sul encontra-se uma área de ocupação mista residencial/comercial e ao norte uma ocupação mista da área com residências, comércios e edificações para lazer.

No Figura 4 do Anexo 6.1.1 - 1 é apresentado o uso e ocupação do solo com indicação das áreas de entorno.

6.2.4.5. Levantamento de poços de captação de água subterrânea junto ao DAEE

Foi realizada uma pesquisa junto ao DAEE com a finalidade de verificar a existência de poços de captação de água subterrânea no entorno imediato da área de interesse, bem como levantar informações a respeito dos aspectos construtivos dos poços.

Não foi observada a existência de poços de captação de água subterrânea no entorno considerado.

6.2.5. Levantamento aerofotogramétrico temporal

A interpretação das fotos aéreas foi feita com base nas orientações presentes nas seções 3200, 3201 e 3202 do “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas” da CETESB.

Para o presente estudo, foram utilizadas fotos aéreas em formato digital para a avaliação temporal do uso e ocupação das áreas de interesse, imagens aéreas retratando a situação nos seguintes anos: 1962, 1972, 1987, 1994, 2005 e 2009.

6.2.5.1. Fotointerpretações

Para facilitar a interpretação das fotos e a avaliação da evolução do uso e ocupação do solo na área de interesse, as imagens foram editadas e plotadas em uma escala única (1:10.000, aproximadamente). Além da área de interesse, foi considerado um entorno de aproximadamente 200m contados a partir dos limites da mesma.

No Anexo 2.1.1.1 - 1 deste EIA são apresentadas imagens da área de interesse e sua evolução ao longo do tempo e a seguir são destacadas as principais feições observadas em cada época.

- 1962: Verifica-se a existência da estrutura do píer do porto de São Sebastião, vias de rodagem na orla, possíveis delimitações de loteamentos no entorno no local e baixa ocupação antrópica;
- 1972: Nesta data observa-se maior ocupação antrópica principalmente ao norte do porto, início de obras na porção oeste e o aterramento de área ao norte da via de acesso ao píer;
- 1987: A área em questão já possui evidente ocupação antrópica em todo seu entorno. Observa-se as instalações do TEBAR e uma área de aproximadamente 154.000m² aterrada a oeste do porto, a noroeste do porto outra área também fora aterrada promovendo acesso a um novo píer, provavelmente para o *Ferry Boat* e instalações de armazéns no porto de São Sebastião;
- 1994: A oeste do porto observa-se a consolidação do processo de aterramento observado na foto de 1987 e uma nova área a leste desta também aterrada, observam-se a norte do Porto novas áreas aterradas sem ocupação definida;
- 2005: As áreas aterradas observadas na foto de 1994 estão consolidadas, há ocupação por estruturas e pátios nas mesmas a oeste, noroeste e norte do porto, a oeste observam-se também cinco silos entre o TEBAR e as áreas aterradas, a ocupação do entorno está consolidada;
- 2009: Não houve alterações significativas no layout das instalações na área em relação à foto anterior, excetuando-se uma área ao norte do porto onde aparentava não haver ocupação definida em 2005, observa-se nesta foto que a área foi transformada em parque recreativo.

Resumo: A partir da análise das fotos aéreas apresentadas é possível verificar que a área de interesse possuía as estruturas do porto em 1962. Em 1972 já se observa o início de ações antrópicas mais acentuadas inclusive na expansão da área portuária e em 1987 e 1994 observa-se o processo de aterramento em diversas áreas no entorno do porto e a consolidação da ocupação antrópica. A partir do ano de 2005 nota-se que não há alterações significativas na ocupação de entorno das áreas do porto, contudo há modificações na destinação das áreas anteriormente aterradas.

6.2.6. Estabelecimento do modelo conceitual preliminar

Nesta etapa de Avaliação Preliminar, o modelo conceitual é normalmente simplificado e baseado muitas vezes em hipóteses, devendo este ser avaliado e atualizado a cada etapa de investigação subsequente, com a inserção e/ou remoção de elementos, conforme mencionado no Capítulo 5000 - “Avaliação Preliminar” do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

A seguir são apresentados e descritos os elementos que integram o modelo conceitual preliminar da área em estudo.

6.2.6.1. Área sujeita ao impacto direto

Terreno pertencente à Companhia Docas de São Sebastião, prefeitura de São Sebastião e área da Marinha do Brasil.

6.2.6.2. Atividades desenvolvidas

Na área de interesse atualmente operam o porto de São Sebastião, o *Ferry Boat* para Ilha Bela, armazéns e pátios para estocagem, áreas aterradas sem ocupação definida e área da marinha.

6.2.6.3. Feições e características da área

- Corpos hídricos superficiais: área de mangue aterrada lindeira ao canal do estuário do Porto de São Sebastião. Rede de drenagem original bastante alterada.
- Configuração física do terreno: área plana.
- Feições erosivas: possível erosão laminar.
- Possibilidade de enchente: remota, mas não exclusiva para a área de interesse e entorno.
- Tipo de piso: misto, com áreas pavimentadas com asfalto e/ou paralelepípedo e/ou bloquetes e áreas abertas sem piso.

6.2.6.4. Potenciais fontes primárias identificadas

- Pátio e armazéns para estocagem de materiais;
- Material utilizado no aterro das áreas;
- Antigo posto de abastecimento de embarcações;
- Área de transbordo de lixo urbano.

6.2.6.5. Potenciais fontes secundárias

- Solo natural contaminado pelas fontes primárias;
- Água subterrânea contaminada pelas fontes primárias.

6.2.6.6. Identificação dos receptores e bens a proteger

Área Investigada: funcionários da área portuária; águas subterrâneas e águas superficiais; solo e sedimento;

Entorno: funcionários das empresas vizinhas, moradores de residências próximas e trabalhadores dos pequenos comércios vizinhos.

Dentre os bens a proteger identificados no entorno analisado destacam-se principalmente a vida e a saúde da população que trabalha na área e adjacências e os recursos hídricos superficiais identificados nas adjacências da área de interesse.

6.2.6.7. Meios supostamente impactados

Solo, água subterrânea e água superficial.

6.2.7. Contexto geológico e hidrogeológico

6.2.7.1. Geologia

Num contexto geral a região do empreendimento apresenta alto grau de atividade antrópica por toda sua extensão. Abrange a região sob a influência da variação da maré – Planície de Maré, sendo que parte dessa área foi objeto de intervenções (aterros), o que possivelmente alterou a dinâmica natural da área provocando dificuldade no fluxo ou mesmo interrompendo a circulação natural das águas pela baía do Araçá.

6.2.7.2. Hidrogeologia

Considerando-se a configuração geológica do local, próximo do canal do porto de São Sebastião e as características hidrogeológicas regionais supõe-se que haja no local fluxo descendente, apresentando características de área de descarga e pelo menos um aquífero de meio poroso, uma vez que a área foi aterrada.

6.2.8. Produtos manipulados e compostos rastreadores

Embora não haja manipulação de produtos no sentido de realizar misturas, existem alguns materiais que são estocados na retro área do Porto para posteriormente serem embarcados e, sendo assim, pode-se considerar estes produtos como passíveis de causar algum tipo de alteração na

qualidade dos solos e águas subterrâneas, como por exemplo, barrilha e sulfato de sódio. Além disto, existe na área do Porto um local destinado ao transbordo de lixo urbano proveniente da cidade de São Sebastião que pode também atuar como uma possível fonte de contaminantes.

6.2.9. Processos atuantes no ambiente subterrâneo

Uma vez inseridos no ambiente subterrâneo, os potenciais contaminantes são submetidos a uma série de processos que atuam no sentido de transportar ou reter os mesmos pelo solo e pela água subterrânea, por meio do particionamento do contaminante em fases distintas. Os principais processos atuantes são: solubilização, volatilização, advecção, dispersão e adsorção.

Além destes, ocorrem outros tipos de processos que atuam no sentido de atenuar o grau de contaminação, como por exemplo, a biodegradação para alguns tipos de compostos orgânicos. Também pode ocorrer a imobilização e estabilização de alguns metais devido à formação de sais pouco solúveis e precipitados diversos, dependendo das características físico-químicas do meio.

6.2.10. Entorno potencialmente impactado

O entorno potencialmente impactado pela área de interesse consiste nas adjacências da área do Porto, compreendendo terrenos pertencentes a terceiros, tratando-se de áreas industriais, comerciais, residenciais e de lazer.

Deve-se ressaltar que no entorno da área foram identificados empreendimentos que constam da lista de áreas contaminadas da CETESB, mas que não tem relação direta com a área de interesse.

6.2.10.1. Critérios de seleção das áreas do entorno potencialmente impactado

- Resolução CONAMA 273/2000;
- Guia para o Preenchimento da Ficha Cadastral de AC (entorno de 200 m).

6.2.11. Classificação das áreas de interesse

O critério utilizado para a classificação da área de interesse é aquele apresentado no item “2. Definições” da “Decisão de Diretoria nº. 103/2007/C/E” da CETESB.

A partir dos dados levantados e demais considerações aqui apresentadas, a área de ampliação do Porto de São Sebastião foi classificada isoladamente como:

- Área com potencial de contaminação (AP).

6.2.12. Conclusões e recomendações

Diante dos resultados obtidos pelo estudo de Avaliação Preliminar deverá ser dado andamento ao estudo da área do Porto de São Sebastião com a execução da etapa de Investigação Confirmatória, que terá como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação nas Áreas identificadas como Potencialmente Contaminadas (AP).

6.3. INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na etapa de Investigação Confirmatória levando-se em consideração as premissas levantadas na etapa de Avaliação Preliminar, tendo como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação e verificar a necessidade da realização de uma investigação detalhada nas áreas suspeitas. Sendo assim, os resultados obtidos nesta etapa foram importantes para subsidiar o levantamento de passivos ambientais e, na identificação dos mesmos, definir as ações necessárias que serão tomadas para a solução do problema.

6.3.1. Atividades desenvolvidas durante a investigação

As atividades realizadas na etapa de Investigação Confirmatória tiveram como principal objetivo a avaliação da qualidade do solo e posterior avaliação da qualidade das águas subterrâneas da área. Para isto, foram definidos dez pontos para amostragem de solo e águas subterrâneas com uma distribuição nas áreas suspeitas de contaminação, levando-se em consideração a ampliação da área do Porto.

Para a atividade de locação dos pontos foram consideradas as informações levantadas pela Avaliação Preliminar, levando-se em consideração o tipo de processo operacional realizado no Porto, a análise de mapas da área, uma visita técnica realizada em campo no dia 12 de dezembro de 2008 e o projeto de ampliação do Porto de São Sebastião.

As atividades de investigação da qualidade do solo tiveram como premissas as recomendações do “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas” da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) aprovado na Decisão de Diretoria N°. 103/2007/C/E, de 22 de junho de 2007 e a Informação Técnica DAIA/176/2008.

Esta Decisão de Diretoria N°. 103/07 possui caráter normativo e o Procedimento ora aprovado contém exigências técnicas obrigatórias a serem atendidas pelos responsáveis legais pela área investigada ou contaminada cujo descumprimento podendo implicar em ações corretivas.

6.3.1.1. Visita Técnica

No âmbito da etapa de Avaliação Preliminar, no dia 12 de dezembro de 2008 foi realizada uma visita técnica na área do Porto de São Sebastião pelos técnicos da CPEA acompanhados pelo técnico responsável pela área.

O objetivo da visita foi o reconhecimento da área e a verificação dos locais onde seria mais necessário focar os estudos da Investigação Confirmatória. Através das fotos aéreas da região, das informações a respeito da área (levantados na etapa da Avaliação Preliminar) e da visita de campo, foram determinados os locais para instalação dos poços de monitoramento.

6.3.1.2. Instalação dos Poços de Monitoramento (PM)

Foram instalados dez poços de monitoramento para coleta de água subterrânea entre os dias 15 e 19 de dezembro de 2008.

Para a locação dos poços, como dito anteriormente, foram levadas em consideração as informações obtidas na Avaliação Preliminar. Na Figura 1 do Anexo 6.3.1.2 - 1 é apresentado o posicionamento dos poços, sendo que a escolha dos locais foi feita da seguinte maneira:

- PM-01: Local de armazenamento de cargas
- PM-02: Área aterrada com sedimento dragado do cais interno do próprio Porto
- PM-03 e PM-04: Área aterrada com entulho
- PM-05, PM-06, PM-07, PM-08 e PM-09: Área utilizada para o transbordo de lixo urbano da cidade de São Sebastião
- PM-10: Área de mangue

Os poços de monitoramento foram construídos com tubo geomecânico de 2 polegadas, pré-filtro de areia graduada quartzosa arredondada do tipo perolisada, pré-lavada, própria para construção de poços de monitoramento. O acabamento dos poços foi com selo de proteção preparado com calda de cimento e bentonita, para prevenir o aporte de eventuais contaminações superficiais. No Anexo 6.3.1.2 - 2 é apresentado o dossiê fotográfico das atividades de campo realizadas nesta etapa de instalação dos poços.

Os PM foram instalados com seção filtrante conforme recomenda a norma ABNT 15.495-1 “Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares – Parte 1: Projeto e Construção” onde predominam filtros de até no máximo 3 metros de profundidade. As sondagens para instalações dos poços de monitoramento foram realizadas com equipamento manual (trado) de 4 polegadas de diâmetro sem a utilização de qualquer fluido de perfuração.

O material escavado foi caracterizado tátil-visualmente e descrito na forma de perfis litológicos, utilizados na caracterização geológica da área. Na Tabela 6.3.1.2-1 a seguir, é apresentado um resumo dos dados construtivos dos poços instalados e no Anexo 6.3.1.2 -3 são apresentados os perfis dos poços de monitoramento.

As perfurações e instalações dos poços de monitoramento foram executadas pela Empresa American Drilling do Brasil Ltda. e coordenada por um técnico qualificado da CPEA.

Tabela 6.3.1.2-1: Características dos poços de monitoramento instalados

Identificação	Data de Instalação	Diâmetro da Perfuração (polegadas)	Diâmetro do Tubo (Polegadas)	Profundidade do Poço (m)	Comprimento do Filtro (m)
PM-01	15/12/08	4"	2"	3,90	3,0
PM-02	19/12/08	4"	2"	3,70	2,0
PM-03	16/12/08	4"	2"	2,90	2,0
PM-04	17/12/08	4"	2"	3,50	2,0
PM-05	17/12/08	4"	2"	3,00	2,0
PM-06	17/12/08	4"	2"	3,55	2,0
PM-07	18/12/08	4"	2"	2,85	2,0
PM-08	18/12/08	4"	2"	3,70	2,0
PM-09	18/12/08	4"	2"	3,75	2,0
PM-10	19/12/08	4"	2"	3,21	2,0

6.3.1.3. Amostragem de solo

Foram coletadas um total de dez amostras de solo, sendo uma amostra por poço de monitoramento, na camada superficial (até 0,50m). Na Tabela 6.3.1.3 - 1 a seguir são apresentados os protocolos de preservação e armazenamento dos resultados.

Todo o procedimento de coleta de solo atendeu às exigências do capítulo 6300 “Amostragem de Solo” constante no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Projeto CETESB – GTZ”, 2001.

Tabela 6.3.1.3 - 1: Protocolos de preservação e armazenamento das amostras de solo

Parâmetros	Método de análise	Prazo para análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra
VOC	EPA5035 (preparação); EPA 8260 (análise)	14 dias (análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Semivoláteis e HPAs	EPA 3550C (preparação); EPA 8270 (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise;	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
PCBs	EPA 3550C (preparação); EPA 8082A (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise;	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Óleos e graxas	EPA 1664 (análise)	28 dias para análise	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Pesticidas Organoclorados	EPA 3550C (extração); EPA 8081A (análise)	14 dias até a extração e 40 dias para análise;	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
N amoniacal	EPA 350.2 (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Nitrato + Nitrito	EPA 353.3 (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Metais totais	EPA3050B (preparação); EPA 6010C (análise)	6 meses (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
P total	EPA3050B (preparação); EPA 6010C (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas
Mercúrio total	EPA7471A (preparação); EPA7471A (análise)	28 dias (para análise)	Frasco de vidro	Refrigerar a 4° C	100 gramas

6.3.1.4. Amostragem de Água subterrânea

A campanha de amostragem das águas subterrâneas dos dez poços de monitoramento foi realizada no período compreendido entre 17 e 20 de dezembro de 2008.

A. Esgotamento dos poços

Para promover a renovação da água estagnada e garantir a qualidade da amostra de água subterrânea coletada, foi realizada, antes da coleta, a purga correspondente a no mínimo três vezes o

volume da coluna d'água existente em cada PM. Para obter o volume de água a ser removida na purga utilizou-se o seguinte cálculo:

$$V_{purga} = 0,3 * V_p + V_{pm}$$

Onde:

V_p = volume da coluna d'água da sondagem;

V_{pm} = volume da coluna d'água do PM.

As purgas foram realizadas com a utilização de amostradores do tipo *bailer* de 2 polegadas modelo HSDB-95 da marca Hidrosuprimentos. Após a purga, foi observada a reposição do nível d'água de todos os PM. O procedimento de purga dos PM atendeu as exigências constantes no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001).

Antes e após a purga, foram realizadas as medições do nível d'água (NA) de todos os PM com um medidor de nível d'água e interface modelo 122-Mini Solinst. O NA dos poços de monitoramento antes da purga são apresentados na Tabela 6.3.1.4 - 1 a seguir.

Tabela 6.3.1.4-1: Resultados de níveis de água dos poços de monitoramento antes da realização da purga

PM	Nível de água (m)*
PM-01	2,37
PM-02	2,43
PM-03	1,41
PM-04	1,53
PM-05	1,39
PM-06	1,93
PM-07	1,67
PM-08	2,32
PM-09	2,30
PM-10	1,45

*medidas realizadas na boca do tubo do poço de monitoramento.

B. Medições físico-químicas em campo

Após a purga de todos os PM, foi realizada, *in situ*, a medição em triplicata dos parâmetros físico-químicos (pH, E_H , condutividade, temperatura da amostra, oxigênio dissolvido e salinidade) das amostras com uma sonda multiparamétrica da marca Hanna modelo HI 9828. No Anexo 6.3.1.4 - 1 são apresentados os protocolos de manutenção e calibração da sonda conforme procedimentos específicos inerentes à CPEA.

C. Coleta das águas subterrâneas

As coletas foram realizadas com amostradores tipo *bailer* descartáveis da marca AgSolve com filtro descartável *in line* para filtragem em campo de metais e semi-metais, sendo que para os demais

parâmetros as coletas foram realizadas sem a utilização do filtro. Os procedimentos atenderam as exigências das normas da CETESB. Na Tabela 6.3.1.4-2 a seguir, são apresentados os protocolos de preservação e armazenamento das amostras para os parâmetros selecionados para análise.

Tabela 6.3.1.4-2: Protocolo de preservação e armazenamento das amostras de água subterrânea

Parâmetros	Metodo de análise	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra	Prazo para análise
VOC	EPA 5030B (preparação); EPA 8260C (análise)	Vidro e/ septo teflon	Refrigerar a 4° C ; HCl (pH <2)	40 ml	14 dias (para análise)
Sernivoláteis e HPAs	EPA 3510C (preparação); EPA 8270D (análise)	vidro âmbar	Refrigerar a 4° C	1000ml	extração 7 dias , análise 40 dias depois da extração
PCBs	EPA 3510C (preparação); EPA 8082A (análise)	vidro âmbar	Refrigerar a 4° C	1000ml	extração 7 dias , análise 40 dias depois da extração
Óleos e graxas	EPA 1664 (análise)	Vidro âmbar	Refrigerar a 4° C ;HCl (pH<2)	1000 ml	28 dias (para análise)
Pesticidas Organoclorados	EPA 3510C (preparação); EPA 8081A (análise)	Vidro âmbar	Refrigerar a 4° C	1000 ml	extração 7 dias , análise 40 dias depois da extração
N amoniacal	EPA 350.2	plástico	Refrigerar a 4°C; H ₂ SO ₄ (pH<2)	250 ml	28 d (para análise)
Nitrato	EPA 353.3(nitrato)/ EPA 354.1(nitrato)	plástico	Refrigerar a 4°C	100 ml	48h (para análise)
Nitrato	EPA 354.1	plástico	Refrigerar a 4°C	100 ml	48 h (para análise)
Cloreto	SM4500CIB	plástico / vidro	Refrigerar a 4°C	100ml	28 dias (para análise)
Metais dissolvidos	EPA 6010C (análise)	plástico	Refrigerar a 4° C; Filtrar no campo; HNO ₃ (pH<2)	500 ml	6 meses (para análise)
P dissolvido	EPA 6010C (análise)	plástico	Refrigerar a 4° C; Filtrar no campo; HNO ₃ (pH<2)	500 ml	28 dias (para análise)
Mercúrio dissolvido	EPA 7470A (preparação); EPA 7470A (análise)	plástico	Refrigerar a 4° C ;Filtrar no campo ; HNO ₃ (pH<2)	200 ml	28 dias (para análise)

6.3.1.5. Tratamento das amostras para as análises laboratoriais

As amostras de solo e água subterrânea foram acondicionadas em frascaria apropriada, nova sem qualquer tipo de uso anterior, com seus respectivos preservantes, conforme o parâmetro a ser analisado. Os frascos contendo as amostras foram armazenados em caixas térmicas com gelo e mantidos sob refrigeração de 4°C ± 2 °C, desde o momento da coleta até o seu processamento em laboratório. O Laboratório Ceimic Análises Ambientais foi o responsável pelas as análises.

6.3.1.6. Ensaio de condutividade hidráulica (*slug test*)

Foram realizados quatro ensaios de condutividade hidráulica (k), através do ensaio de *slug test*. As fichas contendo os dados dos ensaios de condutividade hidráulica (k) e os resultados obtidos são apresentados no Anexo 6.3.1.6 – 1. A realização destes ensaios possibilitou a obtenção dos valores de condutividade hidráulica, fundamentais para avaliação das velocidades de fluxo da água subterrânea.

6.3.1.7. Levantamento de coordenadas geográficas

Foi realizado na área do Porto de São Sebastião entre os dias 17 e 19 de dezembro de 2008 o levantamento das coordenadas geográficas dos poços de monitoramento instalados (PM-01 a PM-10). O equipamento utilizado foi o Teodolito modelo Astor AL, uma trena de 50 m, uma mira de 5 metros e um tripé de alumínio da marca Alkon. O levantamento das coordenadas em UTM dos poços de monitoramento foi realizado no mesmo período com um equipamento modelo GPS 72 marca Garmin. Na Tabela 6.3.1.7-1 a seguir, são apresentadas as coordenadas em UTM dos poços de monitoramento, conforme recomendado pela Decisão de Diretoria da CETESB (2007).

Tabela 6.3.1.7-1: Coordenadas em UTM dos poços de monitoramento

Nome do ponto	Coordenadas UTM*	
	Eastings (mE)	Northings (mN)
PM01	459.176,0	7.367.016,2
PM02	459.320,2	7.366.679,6
PM03	458.991,1	7.366.650,0
PM04	458.883,0	7.366.818,2
PM05	458.718,6	7.366.898,3
PM06	458.679,8	7.366.922,5
PM07	458.691,4	7.366.847,5
PM08	458.652,5	7.366.904,8
PM09	458.670,9	7.366.953,5
PM10	459.558,0	7.366.929,1

*Datum horizontal: SAD-69

6.3.2. Legislação aplicável

Com referência as “áreas contaminadas”, isto é, locais cujo solo sofreu dano ambiental significativo que os impedem de assumir suas funções naturais ou legalmente garantidas, existe a Lei nº. 13.577, de 8 de julho de 2009, sancionada pelo Governo do Estado de São Paulo a qual dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Esta Lei trata da proteção da qualidade do solo contra alterações nocivas por contaminação, da definição de responsabilidade, da identificação e cadastramento de áreas contaminadas e da remediação dessas áreas de forma a tornar seguros seus usos atual e futuro.

Deve-se salientar ainda o Decreto nº. 54.544, de 8 de julho de 2009, o qual regulamenta o inciso XIII do artigo 4º e o inciso VIII do artigo 31 desta Lei.

Dentro desta legislação pertinente (Lei nº. 13.577), através do seu artigo 8º é retratado que a atuação do órgão do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental (SEAQUA), no que se refere à proteção da qualidade do solo e ao gerenciamento de áreas contaminadas, terá como parâmetros os Valores de Referência de Qualidade, os Valores de Prevenção e os Valores de Intervenção, estabelecidos pelo órgão ambiental estadual.

A seguir serão relacionadas as listas utilizadas como referência para comparação com os resultados obtidos.

6.3.2.1. Solo

Os valores utilizados para comparação com os resultados analíticos das amostras de solo foram os Valores Orientadores estabelecidos pela CETESB (2005) e Lista Holandesa (2002), nesta ordem de priorização.

Segundo a Decisão de Diretoria da CETESB nº103/2007 deve ser considerado na investigação o cenário mais restritivo existente na área e vizinhança. Nas visitas realizadas na área observou-se a presença de indústrias, comércio e residências próximas ao terreno avaliado e, desta forma, optou-se por utilizar o cenário residencial para avaliação da contaminação do solo.

6.3.2.2. Água subterrânea

Os resultados de água subterrânea da área foram comparados com a lista de valores orientadores da CETESB (2005). Quando o parâmetro não é contemplado por esta listagem optou-se por utilizar a Portaria de Portabilidade do Ministério da Saúde (MS, nº518/04) seguido dos valores de intervenção preconizados pela Lista Holandesa (2000).

6.3.3. Resultados Obtidos

6.3.3.1. Caracterização geológica local

A caracterização geológica local se baseou nas informações obtidas durante esta etapa de investigação, especificamente nas sondagens e perfurações para a instalação de poços de monitoramento.

De modo geral foram identificados 03 litologias sedimentares na área. Na Tabela 6.3.3.1-1 a seguir é ilustrado um resumo das principais litologias identificadas.

Tabela 6.3.3.1-1: Características geológicas locais obtidas durante a investigação da área.

Camada	Composição Predominante	Espessura Média (m)	Descrição Litológica
1	Aterro de silte	0,0 a 2,0	Aterro de silte, areno argiloso com rachão, seco, de coloração variando de roxo e cinza.
2	Argila marinha	2,0 a 4,0	Argila marinha siltosa, saturada, de coloração cinza escura.
3	Areia fina a média	4,0 a 4,5	Areia fina a média, pouco siltosa, saturada, de coloração cinza escuro.

6.3.3.2. Caracterização hidrogeológica local

A caracterização e a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos estão relacionadas com o conhecimento das características físicas e hidrodinâmicas dos aquíferos. Para o estudo em questão, foram utilizados como referência os dados obtidos nas perfurações dos poços de monitoramento. Desta forma observa-se na área um aquífero sedimentar situado basicamente na camada de sedimentos, possuindo caráter livre, com heterogeneidades locais causadas pela variabilidade

litológica: área de disposição de sedimento de dragagem, disposição de materiais sólidos residenciais, material proveniente da encosta, argila marinha siltosa, areia fina a média entre outros.

O aquífero superficial possivelmente é influenciado pelas águas do canal de São Sebastião que faz limite com a propriedade, o que pode ocasionar uma intrusão de água salina no aquífero.

6.3.3.3. Avaliação potenciométrica

Na avaliação do comportamento das águas subterrâneas na área foi elaborado o mapa potenciométrico local com base nas cargas hidráulicas dos poços de monitoramento instalados.

Para a elaboração do mapa potenciométrico representativo do aquífero local foi calculada a carga hidráulica de oito poços de monitoramento: PM-01 e PM-03 a PM-09. O poço PM-02 devido à localização (instalado sobre área de disposição de sedimento) não representa as características hidrogeológicas da área e, desta maneira, foi excluído do mapa potenciométrico, já o PM-10 não foi possível realizar a topografia devido ao tráfego de automóveis e pessoas na área. Na Tabela 6.3.3.3-1 a seguir, são apresentados os resultados dos cálculos de carga hidráulica.

Tabela 6.3.3.3-1: Cargas hidráulicas dos poços de monitoramento do aquífero raso

PM	Nível de água (m)	Cota do PM (m)	Carga hidráulica
PM-01	2,37	10,00	7,63
PM-02	2,43	-	-
PM-03	1,41	9,51	8,10
PM-04	1,53	10,51	8,98
PM-05	1,39	10,01	8,62
PM-06	1,93	9,80	7,87
PM-07	1,67	10,23	8,56
PM-08	2,32	10,34	8,02
PM-09	2,30	10,16	7,86
PM-10	1,45	-	-

Após o cálculo das cargas hidráulicas foram delimitadas as linhas equipotenciais e definido a potencimetria da área conforme apresentado na Figura 6.3.3.3 - 1 - Mapa Potenciométrico. De acordo com o mapa é possível concluir que:

- As águas subterrâneas fluem preferencialmente na direção oeste (O) para leste (E), no sentido do canal de São Sebastião, localizado no limite da propriedade;
- Há provavelmente interferências localizadas no sentido do fluxo subterrâneo causadas pela disposição de sedimentos de dragagem, entulhos de construção e disposição de lixo na área;
- O gradiente hidráulico entre um poço de montante (PM-01) e um de jusante (PM-03) é compatível com a topografia plana e o perfil geológico predominante da área de estudo. O gradiente hidráulico calculado é de 0,002, cujos valores utilizados para o cálculo foram:

$$\Delta NA \text{ (PM-01 – PM-03)} = 0,96 \text{ m}$$

$$\Delta x \text{ (PM-01 e PM-03)} = 412,5 \text{ m}$$

$$i \text{ (gradiente hidráulico)} = 0,96/412,5 = 0,002$$

Figura 6.3.3.3 – 1: Mapa Potenciométrico (ver pasta Figuras)

6.3.3.4. Coeficiente de condutividade hidráulica

A metodologia utilizada para o cálculo do coeficiente de condutividade hidráulica (K) baseou-se na equação proposta por Hvorslev (1951), utilizando-se o *software Aquifer Test for Windows*, conforme descrito a seguir:

$$K = [r^2 \ln (L/R)] / (2 L T_L)$$

Onde:

- K = Condutividade hidráulica (m/min)
- R = Raio efetivo do poço, excluindo o pré-filtro (m)
- L = Comprimento da seção filtrante (m)
- R = Raio do poço, incluindo o pré-filtro (m)
- TL = Intervalo de tempo quando ht/ho = 0,37 (min)
- Ht = Rebaixamento em função do tempo (m)
- ho = Rebaixamento inicial (m)

Para a obtenção dos dados, foram realizados ensaios de *slug test* em quatro poços de monitoramento (PM-01, PM-03, PM-04 e PM-10). As planilhas com os dados dos ensaios encontram-se no Anexo 6.3.1.6 -1. Os resultados obtidos foram os seguintes:

- PM-01 = 7,37 x 10⁻⁶ cm/s
- PM-03 = 3,88 x 10⁻⁵ cm/s
- PM-04 = 3,01 x 10⁻⁶ cm/s
- PM-10 = 2,99 x 10⁻⁵ cm/s

Com relação aos resultados, observa-se um coeficiente hidráulico médio de aproximadamente 1,98 x 10⁻⁵ cm/s para ao aquífero investigado na área.

6.3.3.5. Velocidade da água subterrânea

Com base nos dados provenientes dos mapas potenciométricos e nos coeficientes de condutividade hidráulica, calculou-se a velocidade média da água subterrânea para o aquífero raso avaliado, utilizando-se para tanto a seguinte equação:

$$V = Ki/n_e$$

Onde:

- V = Velocidade da água subterrânea (cm/s);
- K = Coeficiente de condutividade hidráulica (cm/s);
- i = Gradiente hidráulico (cm/cm);
- n_e = Porosidade efetiva.

Na Tabela 6.3.3.5 – 1 a seguir, são apresentados os dados utilizados para os cálculos e os valores das velocidades calculadas. Para o cálculo foi utilizada a média dos valores da condutividade hidráulica obtidos nos ensaios realizados, contemplando somente os dados dos poços PM-01, PM-03, PM-04 e PM-10. O cálculo do gradiente hidráulico (i) levou em consideração os dados dos poços PM-01 e PM-03 e resultou em um valor de 0,002. Considerando que os solos dos poços de monitoramento avaliados possuem características siltico argilosa optou-se por utilizar uma porosidade efetiva de 0,15 ou 15%.

Tabela 6.3.3.5-1: Cálculo da velocidade da água subterrânea

Condutividade hidráulica média (cm/s)	Gradiente hidráulico	Porosidade efetiva	Velocidade média da água subterrânea (cm/s)	Velocidade média da água subterrânea (m/ano)
$1,98 \times 10^{-5}$	0,002	0,15	$2,67 \times 10^{-7}$	$8,31 \times 10^{-2}$

Conforme os dados acima apresentados, a velocidade média da água subterrânea no aquífero raso é de aproximadamente 0,835m/ano, realizando os cálculos considerando o PM-01 e PM-10 a velocidade encontrada é a mesma dos cálculos apresentados acima.

6.3.3.6. Resultados analíticos das amostras de solo

As cadeias de custódia e os laudos analíticos obtidos para as amostras de solo são apresentados no Anexo 6.3.3.6 - 1.

A. Metais e semi-metais

Na Tabela 6.3.3.6-1 a seguir, são apresentados os resultados de metais e semi-metais das amostras de solo coletadas durante as sondagens.



Tabela 6.3.3.6-1: Resultados de metais e semi-metais no solo (mg/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial					
Data da coleta			15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)			0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Alumínio			18715	18911	13590	9111	10833
Antimônio	2	10	<0,52	<0,71	<0,54	<0,57	<0,62
Arsênio	15	55	<4,12	8,77	<4,31	<4,53	<4,92
Bário	150	500	78,1	<56,8	141	168	162
Cádmio	1,3	8	<0,31	<0,43	<0,32	<0,34	<0,37
Cromo	75	300	<20,6	<28,4	24,6	<22,6	<24,6
Cobre	60	400	<16,5	<22,7	<17,2	18,7	180
Chumbo	72	300	<20,6	<28,4	<21,5	32,1	48,1
Cobalto	25	65	<6,18	<8,52	11,6	<6,79	<7,38
Ferro			17083	17828	23001	11473	13596
Manganês			167	165	404	233	269
Molibdênio	30	100	<8,25	<11,4	<8,60	<9,06	<9,84
Níquel	30	100	<8,25	<11,4	13,3	<9,06	10,4
Selênio	5		<1,55	<2,13	<1,62	<1,70	<1,85
Prata	2	50	<0,52	<0,71	<0,54	<0,57	<0,62
Vanádio			33,7	27,1	49,8	24,9	26,5
Zinco	300	1.000	<82,5	<114	<86,2	102	186
Boro			<51,5	<71,0	<53,9	<56,6	<61,5
Mercúrio	0,5	36	<0,33	<0,43	<0,31	<0,33	<0,36

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

Tabela 6.3.3.6-1 (continuação): Resultados de metais e semi-metais no solo (mg/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial					
Data da coleta			17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)			0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Alumínio			36977	12982	34184	21578	14585
Antimônio	2	10	<0,69	<0,51	<0,57	<0,53	<0,61
Arsênio	15	55	7,84	<4,12	<4,59	<4,22	<4,84
Bário	150	500	58,5	187	558	261	65,1
Cádmio	1,3	8	<0,41	<0,31	<0,34	<0,32	<0,36
Cromo	75	300	51,5	23,9	42,5	49,7	<24,2
Cobre	60	400	<22,1	<16,5	28,8	38,8	<19,4
Chumbo	72	300	29,2	<20,6	<23,0	<21,1	<24,2
Cobalto	25	65	10,8	12,3	16,1	19,8	<7,26
Ferro			34110	22950	32224	34722	14411
Manganês			400	462	487	746	152
Molibdênio	30	100	<11,0	<8,24	<9,18	<8,44	<9,68
Níquel	30	100	20,3	14,2	23,3	28,9	<9,68
Selênio	5		<2,07	<1,54	<1,72	<1,58	<1,82
Prata	2	50	<0,69	<0,51	<0,57	<0,53	<0,61
Vanádio			56,2	48,6	65,6	82,5	25,5
Zinco	300	1.000	<110	<82,4	<91,8	96,7	<96,8
Boro			<69,0	<51,5	<57,4	<52,8	<60,5
Mercúrio	0,5	36	<0,42	<0,31	<0,34	<0,32	<0,35

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.6-1, observa-se:

- Cobre: concentrações quantificadas acima do valor orientador de prevenção apenas na amostra do solo PM-05,
- Bário: foi quantificado na maioria das amostras de solo, com exceção do PM-02. As amostras PM-04, PM-05, PM-07 e PM-09 apresentaram resultados acima do valor de prevenção e o PM-08, cerca de 10% acima do valor orientador de intervenção residencial.


Os pontos amostrais onde foram obtidas concentrações de bário situam-se todos, com exceção do PM-04, na área onde atualmente é realizado o transbordo de lixo urbano proveniente da cidade de São Sebastião. Além disto, esta área, incluindo o PM-04, foi utilizada como “bota-fora” de entulhos de construção e material da encosta (morros) da região para o aterramento da mesma.

B. Série de nitrogênio, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas

Na Tabela 6.3.3.6-2 a seguir são apresentados os resultados da série de nitrogênio (nitrato + nitrito, nitrogênio amoniacal), cloreto, fenol e óleos e graxas nas amostras de solo.

Tabela 6.3.3.6-2: Resultados da nitrato+nitrito, nitrogênio amoniacal, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas no solo (mg/kg)

Parâmetros	Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Intervenção					
Data da coleta		15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fenol Total		<0,18	<0,25	<0,18	<0,19	<0,21
Nitrogênio amoniacal		19,2	47	2,93	89,2	53,5
Óleos e Graxas	5.000	<1070	<1432	<1072	<1149	<1217
Nitrato+Nitrito como N		6,63	6,09	<3,24	12,6	11,7
Fósforo	-	195	320	309	363	466
Cloreto		28,3	7500	93,1	163	183

 Acima do valor de prevenção




 Acima do valor de intervenção

Tabela 6.3.3.6-2 (continuação): Resultados da nitrato+nitrito, nitrogênio amoniacal, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas no solo (mg/kg)

Parâmetros	Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Intervenção					
Data da coleta		17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fenol Total		<0,24	<0,18	<0,19	<0,18	<0,20
Nitrogênio amoniacal		117	4,99	43,80	3,44	38,60
Óleos e Graxas	5.000	<1415	<1038	<1077	<1027	<1138
Nitrato+Nitrito como N		10,3	3,88	7,33	<3,28	6,31
Fósforo	-	554	298	333	410	164
Cloreto		177	228	165	270	4780

 Acima do valor de prevenção

 Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.6-2, observa-se:

- As maiores concentração de nitrogênio amoniacal estão relacionadas com as maiores concentrações de nitrato+nitrato observadas em todas as amostras de solo. As maiores concentrações destes elementos as quais foram encontradas nas amostras PM-05, PM-06 e PM-08 provavelmente estão relacionadas à localização dos mesmos, ou seja, próximos as áreas de transbordo de lixo urbano
- As concentrações de cloreto obtidas nos PM-02 e PM-10 provavelmente estão relacionadas com o tipo de material onde os mesmos foram perfurados, ou seja, sedimento de dragagem do Canal do Porto e área de manguezal.

C. Pesticidas organoclorados (POC)

Na Tabela 6.3.3.6-3 a seguir, são apresentados os resultados de POC das amostras de solo.

Tabela 6.3.3.6-3: Resultados de POC no solo (ug/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
alfa-BHC				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
beta-BHC	11	100		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
gama-BHC (lindane)	1	70		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
delta-BHC				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
alfa+beta+gama+delta BHC			2.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Aldrin	1,5	10		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Dieldrin	43	600		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endrin	1	1.500		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
4,4'-DDE	21	1.000		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
4,4'-DDD	13	3.000		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
4,4'-DDT	10	2.000		<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
DDE+DDD+DDT			4.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endrin aldeido				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endrin cetona				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
alfa-clordano				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
gama-clordano				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	8,3
Alfa+beta clordano			4.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	8,3
Endossulfan I				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endossulfan II				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endossulfan sulfato				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Endossulfan I+II+sulfato			4.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Heptacloro			4.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Heptacloro epóxido			4.000	<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Hexaclorobenzeno				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Mirex				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Metoxicloro				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Alaclor				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Metolacloro				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Pendimentalina				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Permetrina				<222	<289	<208	<219	<249
Trifuralina				<7,4	<9,6	<6,9	<7,3	<8,3
Toxafeno				<742	<965	<694	<730	<831

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

Tabela 6.3.3.6-3 (continuação): Resultados de POC no solo (ug/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
alfa-BHC				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
beta-BHC	11	100		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
gama-BHC (lindane)	1	70		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
delta-BHC				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
alfa+beta+gama+delta BHC			2.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Aldrin	1,5	10		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Dieldrin	43	600		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endrin	1	1.500		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
4,4'-DDE	21	1.000		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
4,4'-DDD	13	3.000		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
4,4'-DDT	10	2.000		<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
DDE+DDD+DDT			4.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endrin aldeido				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endrin cetona				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
alfa-clordano				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
gama-clordano				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Alfa+beta clordano			4.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endossulfan I				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endossulfan II				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endossulfan sulfato				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Endossulfan I+II+sulfato			4.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Heptacloro			4.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Heptacloro epóxido			4.000	<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Hexaclorobenzeno				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Mirex				<9,5	<7,0	<7,4	<7,2	<7,9
Metoxicloro				<95	<70	<74	<72	<79
Alaclor				<95	<70	<74	<72	<79
Metolacloro				<95	<70	<74	<72	<79
Pendimentalina				<95	<70	<74	<72	<79
Permetrina				<285	<211	<223	<217	<237
Trifuralina				<95	<70	<74	<72	<79
Toxafeno				<950	<702	<743	<722	<791

Acima do valor de prevenção
 Acima do valor de intervenção residencial

Conforme apresentado na Tabela 6.3.3.6-3 todos os POC analisados apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

D. Bifenilas policloradas (PCB)

Na Tabela 6.3.3.6-4 a seguir, são apresentados os resultados de PCB nas amostras de solo.

Tabela 6.3.3.6-4: Resultados de PCB no solo ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2,4,4-triclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	<0,4
2,2,5,5-tetraclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	<0,4
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	<0,4
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	<0,4
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	0,52	0,95
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	1,26
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil				<0,37	<0,49	<0,36	<0,37	0,71
PCBs totais	0,3	30		<0,37	<0,49	<0,36	0,52	2,92

Acima do valor de prevenção
 Acima do valor de intervenção residencial

Tabela 6.3.3.6-4 (continuação): Resultados de PCB no solo ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2,4,4-triclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,2,5,5-tetraclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil				<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39
PCBs totais	0,3	30		<0,46	<0,35	<0,37	<0,35	<0,39

Acima do valor de prevenção
 Acima do valor de intervenção residencial

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.6-4 apenas as amostras PM-04 e PM-05 apresentaram concentrações acima do valor orientador de prevenção para o solo. Porém estas concentrações encontram-se 10 (PM-05) e 58 (PM-04) vezes abaixo do valor de intervenção residencial.

Com intuito de verificar se estes compostos encontrados estão somente adsorvidos nas partículas de solo ou dissolvidos na água subterrânea, verifica-se a necessidade de uma avaliação desta classe de compostos nesta última matriz ambiental.

E. Compostos orgânicos voláteis (VOC)

Na Tabela 6.3.3.6-5 a seguir, são apresentados os resultados de VOC das amostras de solo.



Tabela 6.3.3.6-5: Resultados de VOC no solo (ug/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Benzeno	30	80	-	<6	<7	<5	<6	<6
Estireno	200	35.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
Etilbenzeno	6.200	40.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1,1,2-Tetracloroetano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1,1-Tricloroetano	-	11.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1,2,2-Tetracloroetano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1,2-Tricloroetano	-	-	10.000	<6	<7	<5	<6	<6
1,1-Dicloroetano	-	20.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1-Dicloroetano	-	3.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,1-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Monodlorobenzeno	410	40.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-Diclorobenzeno	730	200.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,3-Diclorobenzeno	390	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,4-Diclorobenzeno	390	70.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2,3-Triclorobenzeno	10	15.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2,4-Triclorobenzeno	11	20.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,3,5-Triclorobenzeno	500	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2,3-Tricloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2,4-Trimetilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-Dibromo-3-cloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-Dibromoetano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-Dicloroetano	75	250	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,3,5-Trimetilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
2,2-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
2-Clorotolueno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
4-Clorotolueno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Bromobenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Bromodlorometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Bromo diclorometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Bromofórmio	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Bromometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
cis-1,2-Dicloroetano	-	3.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
trans-1,2-Dicloroetano	-	8.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
1,2-dicloroetano (total)	-	-	1.000	<6	<7	<5	<6	<6
cis-1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Clorsto de Metileno	18	9.000	-	<11	<15	<11	<11	<13
Clorsto de Vinila	3	3	-	<3	<3	<3	<3	<3
Cloroetano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Clorofórmio	1.750	5.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
Clorometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Dibromodlorometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Dibromometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Dicloro difluormetano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Dissulfeto de Carbono	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Hexaclorobutadieno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Isopropilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Metil tert-butil éter	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
n-Butilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
n-Propilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
p-Isopropiltolueno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
sec-Butilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
tert-Butilbenzeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Tetracloro de Carbono	170	700	-	<6	<7	<5	<6	<6
Tetracloroetano	54	5.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
Tolueno	140	30.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
trans-1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Tricloroetano	8	7.000	-	<6	<7	<5	<6	<6
Triclorofluorometano	-	-	-	<6	<7	<5	<6	<6
Xilenos (total)	130	30.000	-	<6	<7	<5	<6	<6

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial



Tabela 6.3.3.6-5 (continuação): Resultados de VOC no solo (ug/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Benzeno	30	80	-	<7	<5	<6	<5	<6
Estireno	200	35.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
Etilbenzeno	6.200	40.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1,1,2-Tetracloroetano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1,1-Tricloroetano	-	11.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1,2,2-Tetracloroetano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1,2-Tricloroetano	-	-	10.000	<7	<5	<6	<5	<6
1,1-Dicloroetano	-	20.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1-Dicloroetano	-	3.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,1-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Monoclorobenzeno	410	40.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-Diclorobenzeno	750	200.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,3-Diclorobenzeno	390	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,4-Diclorobenzeno	390	70.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2,3-Triclorobenzeno	10	15.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2,4-Triclorobenzeno	11	20.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,3,5-Triclorobenzeno	500	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2,3-Tricloropropano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2,4-Trimetilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-Dibromo-3-cloropropano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-Dibromoetano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-Dicloroetano	75	250	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,3,5-Trimetilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
2,2-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
2-Clorotolueno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
4-Clorotolueno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Bromobenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Bromodlorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Bromo diclorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Bromofórmio	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Bromometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
cis-1,2-Dicloroetano	-	3.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
trans-1,2-Dicloroetano	-	8.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
1,2-dicloroetano (total)	-	-	1.000	<7	<5	<6	<5	<6
cis-1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Cloroto de Metileno	18	9.000	-	<15	<11	<12	<11	<12
Cloroto de Vinila	3	3	-	<3	<3	<3	<3	<3
Cloroetano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Clorofórmio	1.750	5.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
Clorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Dibromodlorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Dibromometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Dicloro difluorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Dissulfeto de Carbono	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Hexaclorobutadieno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Isopropilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Metil tert-butil éter	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
n-Butilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
n-Propilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
p-Isopropiltolueno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
sec-Butilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
tert-Butilbenzeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Tetracloroto de Carbono	170	700	-	<7	<5	<6	<5	<6
Tetracloroetano	54	5.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
Tolueno	140	30.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
trans-1,3-Dicloropropeno	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Tricloroetano	8	7.000	-	<7	<5	<6	<5	<6
Triclorofluorometano	-	-	-	<7	<5	<6	<5	<6
Xilenos (total)	130	30.000	-	<7	<5	<6	<5	<6

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

Conforme apresentado na Tabela 6.3.3.6-5 todos os VOC analisados apresentaram resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório.

F. Compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC)

Na Tabela 6.3.3.6-6 a seguir são apresentados os resultados de VOC das amostras de solo.



Tabela 6.3.3.6-6: Resultados de SVOC no solo (µg/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	160	-	-	<160	<147	<162	<168	<185
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	7	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	10	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Clorobenzenos (total)**	-	-	30.000	<160	<147	<162	<168	<185
2,2'-Oxibis(1-dloropropano)	-	-	-	<713	<977	<720	<746	<822
2,3,4,5-Tetraclorofenol	92	25.000	-	<356	<489	<360	<373	<411
2,3,4,6-Tetraclorofenol	11	3.500	-	<356	<489	<360	<373	<411
2,4,5-Triclorofenol	110	-	-	<107	<107	<108	<112	<123
2,4,6-Triclorofenol	1.500	10.000	-	<107	<107	<108	<112	<123
2,4-Diclorofenol	31	4.000	-	<107	<147	<108	<112	<123
2-Clorofenol	55	1.500	-	<107	<147	<108	<112	<123
3,4-Diclorofenol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Pentaclorofenol	160	1.300	-	<356	<489	<360	<373	<411
Clorofenóis***	-	-	10.000	<356	<489	<360	<373	<411
2,4-Dimetilfenol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
2,4-Dinitrofenol	-	-	-	<713	<977	<720	<746	<822
2,4-Dinitrotolueno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
2,6-Dinitrotolueno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
2-Cloronaftaleno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
2-Metilfenol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
3+4-Metilfenol	-	-	-	<160	<220	<162	<168	<185
Cresóis Total	160	14.000	-	<160	<220	<162	<168	<185
2-Metilnaftaleno	-	-	-	<21	<29	<22	<22	<25
2-Nitroanilina	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
2-Nitrofenol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
3,3'-Diclorobenzidina	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
3-Nitroanilina	-	-	-	<356	<489	<360	<373	<411
4,6-Dinitro-2-metilfenol	-	-	-	<713	<977	<720	<746	<822
4-Bromofenil-fenileter	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
4-Cloro-3-metilfenol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
4-Cloroanilina	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
4-Clorofenil-fenileter	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
4-Nitroanilina	-	-	-	<356	<489	<360	<373	<411
4-Nitrofenol	-	-	-	<356	<489	<360	<373	<411
Acenafteno	-	-	-	<21	<29	<22	<22	<25
Acenaftileno	-	-	-	<21	<29	<22	<22	<25
Ácido Benzoico	-	-	-	<713	<977	<720	<746	<822
Álcool Benzoico	-	-	-	<356	<489	<360	<373	<411
Azobenzeno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Benzo(b)fluoranteno	-	-	-	374	<15	<11	459	50
Bis(-2-Cloroetil)eter	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Bis(-2-Cloroetóxi)metano	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Bis(2-Etilhexil)ftalato	600,0	10.000	-	<570	<586	<576	819	1579
Carbazol	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Dibenzo(a,h)antraeno	80	600	-	14	<15	<11	16	<12
Dibenzofurano	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Fenol	200	10.000	-	<107	<147	<108	<112	<123
Fluoreno	-	-	-	<21	<29	<22	<22	<25
Dietilftalato	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Dimetilftalato	250	1.600	-	<107	<147	<108	<112	<123
Di-n-butilftalato	700	-	-	<214	<293	<216	<224	<247
Butilbenzilftalato	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Di-n-octilftalato	600	4.000	-	<107	<147	<108	<112	<123
Ftalatos (total)	-	-	60.000	<214	<293	<216	<224	<247

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

**Somatória de monoclórobenzeno, diclorobenzenos, triclorobenzenos, tetraclorobenzenos, pentaclorobenzenos e hexaclorobenzeno.

***Somatória de clorofenol, diclorofenóis, triclorofenóis, tetraclorofenóis e pentaclorofenol.

****Somatória de naftaleno, antraeno, fenantreno, fluoranteno, benzo(a)antraeno, criseno, benzo(a)pireno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno.



Tabela 6.3.3.6-6 (continuação): Resultados de SVOC no solo ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				15/12/2008	19/12/2008	16/12/2008	17/12/2008	17/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Hexaclorobutadieno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Hexaclorociclopentadieno	-	-	-	<713	<977	<720	<746	<822
Hexacloroetano	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Isoforona	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Nitrobenzeno	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
N-Nitrosodifenilamina	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
N-Nitroso-di-n-propilamina	-	-	-	<107	<147	<108	<112	<123
Pireno	-	-	-	416	<29	<22	547	99
Naftaleno	120	60.000	-	<21	<29	<22	<22	<25
Antraceno	39	-	-	<21	<29	<22	40	<25
Fenantreno	3.300	40.000	-	241	<29	<22	230	62
Fluoranteno	-	-	-	508	<29	<22	621	122
Benzo(a)antraceno	25	20.000	-	193	<24	<22	283	30
Criseno	8.100	-	-	225	<29	<22	257	30
Benzo(a)pireno	52	1.500	-	205	<15	<11	277	31
Benzo(g,h,i)perileno	570	-	-	40	<15	<11	51	<12
Benzo(k)fluoranteno	380	-	-	92	<15	<11	98	20
Indeno(1,2,3-cd)pireno	31	25.000	-	46	<15	<11	58	<12
HPAs (soma) ****	-	-	40.000	1550	<29	<22	1915	295

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

**Somatória de monoclorobenzeno, diclorobenzenos, triclorobenzenos, tetraclorobenzenos, pentaclorobenzenos e hexaclorobenzeno.

***Somatória de clorofenol, diclorofenóis, triclorofenóis, tetraclorofenóis e pentaclorofenol.

****Somatória de naftaleno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(a)pireno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno.



Tabela 6.3.3.6-6 (continuação): Resultados de SVOC no solo (µg/kg)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	160	-	-	<209	<161	<173	<157	<117
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	7	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	10	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Clorobenzenos (total)**	-	-	30.000	<209	<161	<173	<157	<117
2,2'-Orxibis(1-dloropropano)	-	-	-	<929	<714	<767	<698	<782
2,3,4,5-Tetraclorofenol	92	25.000	-	<465	<357	<384	<349	<391
2,3,4,6-Tetraclorofenol	11	3.500	-	<465	<357	<384	<349	<391
2,4,5-Triclorofenol	110	-	-	<139	<107	<115	<105	<102
2,4,6-Triclorofenol	1.500	10.000	-	<139	<107	<115	<105	<102
2,4-Diclorofenol	31	4.000	-	<139	<107	<115	<105	<117
2-Clorofenol	55	1.500	-	<139	<107	<115	<105	<117
3,4-Diclorofenol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Pentaclorofenol	160	1.300	-	<465	<357	<384	<349	<391
Clorofenóis***	-	-	10.000	<465	<357	<384	<349	<391
2,4-Dimetilfenol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
2,4-Dinitrofenol	-	-	-	<929	<714	<767	<698	<782
2,4-Dinitrotolueno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
2,6-Dinitrotolueno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
2-Cloronaftaleno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
2-Metilfenol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
3+4-Metilfenol	-	-	-	<209	<161	<173	<157	<176
Cresóis Total	160	14.000	-	<209	<161	<173	<157	<176
2-Metilnaftaleno	-	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
2-Nitroanilina	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
2-Nitrofenol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
3,3'-Diclorobenzidina	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
3-Nitroanilina	-	-	-	<465	<357	<384	<349	<391
4,6-Dinitro-2-metilfenol	-	-	-	<929	<714	<767	<698	<782
4-Bromofenil-fenileter	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
4-Cloro-3-metilfenol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
4-Cloroanilina	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
4-Clorofenil-fenileter	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
4-Nitroanilina	-	-	-	<465	<357	<384	<349	<391
4-Nitrofenol	-	-	-	<465	<357	<384	<349	<391
Acenafteno	-	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
Acenaftileno	-	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
Ácido Benzóico	-	-	-	<929	<714	<767	<698	<782
Álcool Benzílico	-	-	-	<465	<357	<384	<349	<391
Azobenzeno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Benzo(b)fluoranteno	-	-	-	<14	<11	<12	<10	<12
Bis(-2-Cloroetil)eter	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Bis(-2-Cloroetóxi)metano	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Bis(2-Etilhexil)ftalato	600,0	10.000	-	<558	<571	<537	<559	<469
Carbazol	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Dibenzo(a,h)antraçeno	80	600	-	<14	<11	<12	<10	<12
Dibenzofurano	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Fenol	200	10.000	-	<139	<107	<115	<105	<117
Fluoreno	-	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
Diethylftalato	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Dimetilftalato	250	1.600	-	<139	<107	<115	<105	<117
Di-n-butilftalato	700	-	-	<279	<214	<230	<209	<234
Butilbenzilftalato	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Di-n-octilftalato	600	4.000	-	<139	<107	<115	<105	<117
Ftalatos (total)	-	-	60.000	<279	<214	<230	<209	<234

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

**Somatória de monoclorobenzeno, diclorobenzenos, triclorobenzenos, tetraclorobenzenos, pentaclorobenzenos e hexaclorobenzeno.

***Somatória de clorofenol, diclorofenóis, triclorofenóis, tetraclorofenóis e pentaclorofenol.

***Somatória de naftaleno, antraçeno, fenantreno, fluoranteno, benzo(a)antraçeno, criseno, benzo(a)pireno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno.



Tabela 6.3.3.6-6 (continuação): Resultados de SVOC no solo ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Parâmetros	Cetesb (2005)		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Prevenção	Intervenção residencial	Intervenção					
Data da coleta				17/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	19/12/2008
Profundidade da amostragem (m)				0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Hexaclorobutadieno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Hexaclorociclopentadieno	-	-	-	<929	<714	<767	<698	<782
Hexacloroetano	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Isoforona	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Nitrobenzeno	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
N-Nitroso-difenilamina	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
N-Nitroso-di-n-propilamina	-	-	-	<139	<107	<115	<105	<117
Pireno	-	-	-	<28	<21	31	<21	<23
Naftaleno	120	60.000	-	<28	<21	<23	<21	<23
Antraceno	39	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
Fenantreno	3.300	40.000	-	<28	<21	23	<21	<23
Fluoranteno	-	-	-	<28	<21	27	<21	<23
Benzo(a)antraceno	25	20.000	-	<28	<21	<23	<21	<23
Criseno	8.100	-	-	<28	<21	<23	<21	<23
Benzo(a)pireno	52	1.500	-	<14	<11	12	<10	<12
Benzo(g,h,i)perileno	570	-	-	<14	<11	<12	<10	<12
Benzo(k)fluoranteno	380	-	-	<14	<11	<12	<10	<12
Indeno(1,2,3-cd)pireno	31	25.000	-	<14	<11	<12	<10	<12
HPAs (soma) ****	-	-	40.000	<28	<21	62	<21	<23

Acima do valor de prevenção

Acima do valor de intervenção residencial

**Somatória de monoclorobenzeno, diclorobenzenos, triclorobenzenos, tetraclorobenzenos, pentaclorobenzenos e hexaclorobenzeno.

***Somatória de clorofenol, diclorofenóis, triclorofenóis, tetraclorofenóis e pentaclorofenol.

****Somatória de naftaleno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(a)pireno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, indeno(1,2,3-cd)pireno.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.6-6, alguns SVOC foram quantificados acima do valor de prevenção nas seguintes amostras:

- Bis(2-etilhexil)ftalato: PM-04 e PM-05
- Antraceno: PM-04
- Benzo(a)antraceno: PM-01, PM-04 e PM-05
- Benzo(a)pireno e indeno (1,2,3-cd)pireno: PM-01 e PM-04

Todas as concentrações quantificadas encontram-se abaixo do valor orientador de intervenção residencial. Recomenda-se a avaliação da presença destes compostos na água subterrânea.

Embora tenham sido quantificadas concentrações para estes cinco compostos acima dos respectivos valores de prevenção, na Tabela 6.3.3.6-7 a seguir, é demonstrado quantas vezes os valores encontrados estão abaixo dos valores de intervenção.

Tabela 6.3.3.6-7: Quantidade de vezes os quais os valores quantificados estão abaixo dos respectivos valores de intervenção

Parâmetro	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
Bis(2-Etilhexil)ftalato				12,2	6,3
Benzo(a)antraceno	104			71	667
Benzo(a)pireno	7			5,4	
Indeno(1,2,3-cd)pireno	543			431	

6.3.3.7. Resultados analíticos das amostras de água subterrânea

A. Parâmetros físico-químicos

No Anexo 6.3.3.7 - 1 são apresentados os laudos dos resultados físicos e químicos obtidos em *in situ*.

Na Tabela 6.3.3.7-1 a seguir, são apresentados os resultados dos parâmetros físicos e químicos dos poços de monitoramento instalados no Porto de São Sebastião.

Tabela 6.3.3.7-1: Resultados dos parâmetros físico-químicos das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento

Pontos de Coleta	OD (mg/L)	OD %	pH	Condutividade	Salinidade	E _H (mV)	Temp (°C)
				(mS/cm)	(‰)		
PM - 01	0,0	0,0	7,1	0,7	0,3	203,0	26,5
PM - 02	2,9	40,8	7,5	39,2	24,8	66,5	24,6
PM - 03	0,0	0,0	7,0	22,2	13,3	-62,5	24,4
PM - 04	0,0	0,0	6,9	16,0	9,3	-101,4	25,2
PM - 05	0,0	0,0	7,2	7,3	4,0	-77,6	25,7
PM - 06	0,7	8,8	7,4	10,2	5,8	-41,5	24,2
PM - 07	0,0	0,0	6,8	6,5	3,6	-144,8	24,7
PM - 08	0,0	0,0	7,1	21,3	12,8	46,2	25,1
PM - 09	0,0	0,0	6,8	13,2	7,6	32,1	25,4
PM - 10	0,6	7,6	6,9	45,3	29,3	-99,1	23,5

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-1, observa-se:

- Os resultados de oxigênio dissolvido (OD) variaram de 0 a 2,9 mg/L, corroborando com a % saturação de OD e potencial de oxido-redução. Com exceção para o PM-01 as demais amostras apresentaram resultados tendendo a ambientes redutores
- Os resultados de condutividade elétrica variaram de 0,7 (PM-01) a 45,3 mS/cm (PM-10) e estão de acordo com a salinidade analisada nas amostras de água, quanto maior a salinidade maior a condutividade devido ao teor de sais dissolvidos na água.
- O pH dos poços de monitoramento variou de 6,8 (PM-09 e PM-07) a 7,5 (PM-02) o que indica um ambiente com características neutras.
- A temperatura da água subterrânea variou de 24,2 (PM-02) a 26,5°C (PM-01).

B. Metais e semi-metais

Na Tabela 6.3.3.7-2 a seguir, são apresentados os resultados de metais e semi-metais das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.

As cadeias de custódia e os laudos analíticos obtidos para as amostras de água subterrânea são apresentados no Anexo 6.3.3.6 – 1

Tabela 6.3.3.7-2: Resultados de metais e semi-metais na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Cetesb 2005					
	VI					
Data da coleta		18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
Alumínio	200	<100	149	195	144	<100
Antimônio	5	<5	<5	<5	<5	<5
Arsênio	10	<10	16	<10	<10	<10
Bário	700	<200	<200	<200	741	<200
Cádmio	5	<5	<5	<5	<5	<5
Cromo	50	<20	<20	<20	<20	<20
Cobre	2000	<200	<200	<200	<200	<200
Chumbo	10	<10	18,4	<10	<10	<10
Cobalto	5	<5	<5	19,7	6,24	<5
Ferro	300	<300	<300	3533	15117	2462
Manganês	400	195	5322	10959	1399	361
Molibdênio	70	<50	<50	<50	<50	<50
Níquel	20	<20	<20	<20	<20	<20
Selênio	10	<10	<10	<10	<10	<10
Prata	50	<50	<50	<50	<50	<50
Vanádio		<10	22	35,6	19,2	15,1
Zinco	5000	<200	<200	<200	<200	<200
Boro	500	<500	4585	2102	924	1261



 Acima do valor de intervenção residencial

Tabela 6.3.3.7-2 (continuação): Resultados de metais e semi-metais na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005					
	VI					
Data da coleta		18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
Alumínio	200	122	<100	114	130	130
Antimônio	5	<5	<5	<5	<5	<5
Arsênio	10	<10	12,5	<10	<10	<10
Bário	700	293	301	266	475	454
Cádmio	5	<5	<5	<5	<5	<5
Cromo	50	<20	<20	<20	<20	<20
Cobre	2000	<200	<200	<200	<200	<200
Chumbo	10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobalto	5	<5		<5	<5	<5
Ferro	300	<300	9722	1311	4245	2078
Manganês	400	1259	1834	1422	2634	4052
Molibdênio	70	<50	<50	<50	<50	<50
Níquel	20	<20	<20	<20	<20	<20
Selênio	10	<10	<10	<10	<10	<10
Prata	50	<50	<50	<50	<50	<50
Vanádio		25,1	19,2	17	20,1	12,2
Zinco	5000	<200	<200	<200	<200	<200
Boro	500	2445	1049	2812	3689	3931

 Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-2, observa-se:

- O boro é encontrado normalmente em abundância nos ecossistemas costeiros (água e sedimento) e, desta maneira, apresentou resultados acima do valor intervenção para a maioria dos poços de monitoramento (exceção para o PM-01), visto que os mesmos estão localizados em uma região estuarina;
- O Mn e o Fe foram quantificados na maioria dos poços de monitoramento, sendo alguns acima do VI estabelecido pela CETESB. Estes elementos são comumente encontrados na água subterrânea devido à sua abundância em solos tropicais.
- O arsênio foi quantificado acima de VI nos poços PM-02 e PM-07. Ressalta-se que o PM-02 encontra-se instalado na área onde foram dispostos os sedimentos provenientes da dragagem do próprio Porto;
- O bário foi quantificado acima de VI no PM-04, corroborando com os resultados no solo.
- O cobalto foi quantificado apenas nos PM-03 e PM-04, acima de VI. Ressalta-se que provavelmente houve um erro no cálculo do VI para o Co na revisão dos valores orientadores (CETESB, 2005). A proposta da própria CETESB na Minuta de Resolução CONAMA de

Áreas Contaminadas, disponível no site do CONAMA é que o valor do Co seja de 70 ppb. Neste caso as concentrações quantificadas não superam este valor.

- O chumbo foi quantificado apenas no PM-02, acima de VI.

C. Série de nitrogênio, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas

Na Tabela 6.3.3.7-3 a seguir, são apresentados os resultados da série de nitrogênio (nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e amônia), cloreto, fenol e óleos e graxas das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.

Tabela 6.3.3.7-3: Resultados de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, amônia, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas na água subterrânea (mg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		Portaria de Potabilidade	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Cetesb 2005	MS n° 518/04						
	VI							
Data da coleta				18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
Fenol Total (mg/L)	0,14			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrogênio amoniacal				0,27	12,2	6,70	76	24,5
Amônia como NH ₃		1,5		0,002	0,240	0,041	0,456	0,309
Óleos e Graxas				<10	<10	<10	<10	<10
Nitrato como N	10			0,30	0,49	<0,30	1,02	0,51
Nitrito como N		1		0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo				<200	767	<200	380	1219
Cloreto		250		57	13699	7970	3692	1318



 Acima do valor de intervenção

Tabela 6.3.3.7-3 (continuação): Resultados de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, amônia, cloreto, fenol, fósforo e óleos e graxas na água subterrânea (mg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		Portaria de Potabilidade	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005	MS n° 518/04						
	VI							
Data da coleta				18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
Fenol Total (mg/L)	0,14			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrogênio amoniacal				6	5,10	4,70	53,5	1,10
Amônia como NH ₃		1,5		0,107	0,024	0,042	0,248	0,006
Óleos e Graxas				<10	<10	<10	<10	<10
Nitrato como N	10			0,51	0,82	0,77	0,91	<0,30
Nitrito como N		1		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fósforo				1621	939	2249	1805	290
Cloreto		250		3486	1263	9294	8583	16901

 Acima do valor de intervenção

São estabelecidos valores de intervenção apenas para fenol e nitrato e as concentrações destes parâmetros na água subterrânea não superaram os respectivos VI.

As concentrações de cloreto na água subterrânea variaram da ordem de 1.000 a 17.000mg/L e corroboram os resultados de salinidade e condutividade (Tabela 6.3.3.7-1). Os resultados de cloreto são condizentes com a realidade da área, uma vez que o terreno, objeto deste estudo, está localizado nos limites do Canal de São Sebastião.

Os poços que sofrem maior influência da área de disposição de lixo urbano apresentaram as maiores concentrações de fósforo.

D. Pesticidas organoclorados (POC)

Na Tabela 6.3.3.7-4 a seguir, são apresentados os resultados de POC das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.

Tabela 6.3.3.7-4: Resultados de POC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores	Portaria de	Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Orientadores	Potabilidade						
	Cetesb 2005	MS n° 518/04						
	VI		VI					
Data da coleta				18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
alfa-BHC				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
beta-BHC	0,07			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
gama-BHC (lindane)	2			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
delta-BHC				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
alfa+beta+gama+delta BHC			1	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Dieldrin				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin + Dieldrin	0,03			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endrin	0,6			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Drins			0,1	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
4,4'-DDE				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
4,4'-DDD				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
4,4'-DDT				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
DDE+DDD+DDT	2			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endrin aldeido				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endrin oetona				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
alfa-clordano				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
gama-clordano				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Alfa+beta clordano		0,2		<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endossulfan I				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endossulfan II				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endossulfan sulfato				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Endossulfan I+II+sulfato		20		<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Heptacloro				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Heptacloro epóxido				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Heptacloro + Hep. epóxido		0,03		<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Hexaclorobenzeno	1			<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Mixex				<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Metoxicloro		20		<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Alachlor		20		<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Metolachlor		10		<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Pendimetalina		20		<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Permetrina		20		<0,3	<0,6	<0,3	<0,3	<0,3
Trifluralina		20		<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Toxafeno				<1	<2	<1	<1	<1

Acima do valor de intervenção



Tabela 6.3.3.7-4 (continuação): Resultados de POC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores	Portaria de Potabilidade	Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005	MS n° 5 18/04						
	VI		VI					
Data da coleta				18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
alfa-BHC				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
beta-BHC	0,07			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
gama-BHC (lindane)	2			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
delta-BHC				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
alfa+beta+gama+delta BHC			1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Aldrin				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Dieldrin				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Aldrin + Dieldrin	0,03			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endrin	0,6			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Drins			0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
4,4'-DDE				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
4,4'-DDD				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
4,4'-DDT'				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DDE+DDD+DDT'	2			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endrin aldeido				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endrin oxetona				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
alfa-clordano				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
gama-clordano				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Alfa+beta clordano		0,2		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endossulfan I				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endossulfan II				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endossulfan sulfato				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Endossulfan I+II+sulfato		20		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Heptacloro				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Heptacloro epóxido				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Heptacloro + Hep. epóxido		0,03		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Hexaclorobenzeno	1			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Misex				<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metoxicloro		20		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Alachlor		20		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Metolachlor		10		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Pendimetalina		20		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Permetrina		20		<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Trifuralina		20		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toxafeno				<2	<2	<2	<2	<2

Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-4 observa-se que todas as amostras apresentaram concentrações de POC abaixo do limite de quantificação e dos respectivos VI.

E. Bifenilas policloradas (PCB)

Na Tabela 6.3.3.7-5 a seguir, são apresentados os resultados de POC das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.



Tabela 6.3.3.7-5: Resultados de PCB na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Cetesb 2005	VI					
	VI						
Data da coleta			18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
2,4,4-triclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,5,5-tetraclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCBs totais	3,5		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Acima do valor de intervenção

Tabela 6.3.3.7-5 (continuação): Resultados de PCB na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005	VI					
	VI						
Data da coleta			18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
2,4,4-triclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,5,5-tetraclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
PCBs totais	3,5		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-5 observa-se que todas as amostras apresentaram concentrações de PCB abaixo do limite de quantificação e dos respectivos VI.

F. Compostos orgânicos voláteis (VOC)

Na Tabela 6.3.3.7-6 a seguir, são apresentados os resultados de VOC das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.



Tabela 6.3.3.7-6: Resultados de VOC no solo (µg/L)

Parâmetros	Valores	Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Orientadores						
	Cetesb 2005	VI					
Data da coleta			18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
1,1,1,2-Tetracloroetano			<5	<5	<5	<5	<5
1,1,1-Tricloroetano	280	300	<5	<5	<5	<5	<5
1,1,2,2-Tetracloroetano			<5	<5	<5	<5	<5
1,1,2-Tricloroetano		130	<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloroetano	280		<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloroetano	30		<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloropropeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,2,3-Triclorobenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,2,4-Triclorobenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,3,5-Triclorobenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
Triclorobenzenos (total)	20		<5	<5	<5	<5	<5
1,2,3-Tricloropropano			<5	<5	<5	<5	<5
1,2,4-Trimetilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dibromo-3-cloropropano			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dibromoetano			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Diclorobenzeno	1000		<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloroetano	10		<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloroetenos (total)	50		<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloropropano			<5	<5	<5	<5	<5
1,3,5-Trimetilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,3-Diclorobenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
1,3-Dicloropropano			<5	<5	<5	<5	<5
1,4-Diclorobenzeno	300		<5	<5	<5	<5	<5
2,2-Dicloropropano			<5	<5	<5	<5	<5
2-Clorotolueno			<5	<5	<5	<5	<5
4-Clorotolueno			<5	<5	<5	<5	<5
Benzeno	5		<5	<5	<5	<5	<5
Bromobenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
Bromodioxometano			<5	<5	<5	<5	<5
Bromodiclorometano			<5	<5	<5	<5	<5
Bromofórmio			<5	<5	<5	<5	<5
Bromometano			<5	<5	<5	<5	<5
cis-1,2-Dicloroetano		20	<5	<5	<5	<5	<5
cis-1,3-Dicloropropeno			<5	<5	<5	<5	<5
Cloreto de Metileno	20		<10	<10	<10	<10	<10
Cloreto de Vinila	5		<2	<2	<2	<2	<2
Clorobenzeno	700		<5	<5	<5	<5	<5
Cloroetano			<5	<5	<5	<5	<5
Clorofórmio	200		<5	<5	<5	<5	<5
Clorometano			<5	<5	<5	<5	<5
Dibromodioxometano			<5	<5	<5	<5	<5
Dibromometano			<5	<5	<5	<5	<5
Diclorodifluometano			<5	<5	<5	<5	<5
Dissulfeto de Carbono			<5	<5	<5	<5	<5
Estireno	20		<5	<5	<5	<5	<5
Etilbenzeno	300		<5	<5	<5	<5	<5
Hexaclorobutadieno			<5	<5	<5	<5	<5
Isopropilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
Metil tert-butil éter			<5	<5	<5	<5	<5
n-Butilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
n-Propilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
p-Isopropiltolueno			<5	<5	<5	<5	<5
sec-Butilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
tert-Butilbenzeno			<5	<5	<5	<5	<5
Tetracloreto de Carbono	2		<2	<2	<2	<2	<2
Tetracloroetano	40		<5	<5	<5	<5	<5
Tolueno	700		<5	<5	<5	<5	<5
trans-1,2-Dicloroetano		20	<5	<5	<5	<5	<5
trans-1,3-Dicloropropeno			<5	<5	<5	<5	<5
Tricloroetano	70		<5	<5	<5	<5	<5
Triclorofluorometano			<5	<5	<5	<5	<5
Xilenos (total)	500		<5	<5	<5	13	<5

Acima do valor de intervenção



Tabela 6.3.3.7-6 (continuação): Resultados de VOC no solo (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005							
	VI	VI						
Data da coleta				18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
1,1,1,2-Tetracloroetano				<5	<5	<5	<5	<5
1,1,1-Tricloroetano	280	300		<5	<5	<5	<5	<5
1,1,2,2-Tetracloroetano				<5	<5	<5	<5	<5
1,1,2-Tricloroetano		130		<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloroetano	280			<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloroetano	30			<5	<5	<5	<5	<5
1,1-Dicloropropeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,2,3-Triclorobenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,2,4-Triclorobenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,3,5-Triclorobenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
Triclorobenzenos (total)	20			<5	<5	<5	<5	<5
1,2,3-Tricloropropano				<5	<5	<5	<5	<5
1,2,4-Trimetilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dibromo-3-cloropropano				<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dibromoetano				<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Diclorobenzeno	1000			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloroetano	10			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloroetenos (total)	50			<5	<5	<5	<5	<5
1,2-Dicloropropano				<5	<5	<5	<5	<5
1,3,5-Trimetilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,3-Diclorobenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
1,3-Dicloropropano				<5	<5	<5	<5	<5
1,4-Diclorobenzeno	300			<5	<5	<5	<5	<5
2,2-Dicloropropano				<5	<5	<5	<5	<5
2-Clorotolueno				<5	<5	<5	<5	<5
4-Clorotolueno				<5	<5	<5	<5	<5
Benzeno	5			<5	<5	<5	<5	<5
Bromobenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
Bromodioxometano				<5	<5	<5	<5	<5
Bromodioxometano				<5	<5	<5	<5	<5
Bromofórmio				<5	<5	<5	<5	<5
Bromometano				<5	<5	<5	<5	<5
cis-1,2-Dicloroetano		20		<5	<5	<5	<5	<5
cis-1,3-Dicloropropeno				<5	<5	<5	<5	<5
Cloroto de Metileno	20			<10	<10	<10	<10	<10
Cloroto de Vinila	5			<2	<2	<2	<2	<2
Clorobenzeno	700			<5	<5	<5	<5	<5
Cloroetano				<5	<5	<5	<5	<5
Clorofórmio	200			<5	<5	<5	<5	<5
Clorometano				<5	<5	<5	<5	<5
Dibromodlorometano				<5	<5	<5	<5	<5
Dibromometano				<5	<5	<5	<5	<5
Diclorodifluorometano				<5	<5	<5	<5	<5
Dissulfeto de Carbono				<5	<5	<5	<5	<5
Estizeno	20			<5	<5	<5	<5	<5
Etilbenzeno	300			<5	<5	<5	<5	<5
Hexaclorobutadieno				<5	<5	<5	<5	<5
Isopropilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
Metil tert-butil éter				<5	<5	<5	<5	<5
n-Butilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
n-Propilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
p-Isopropiltolueno				<5	<5	<5	<5	<5
sec-Butilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
tert-Butilbenzeno				<5	<5	<5	<5	<5
Tetracloroto de Carbono	2			<2	<2	<2	<2	<2
Tetracloroetano	40			<5	<5	<5	<5	<5
Tolueno	700			<5	<5	<5	<5	<5
trans-1,2-Dicloroetano		20		<5	<5	<5	<5	<5
trans-1,3-Dicloropropeno				<5	<5	<5	<5	<5
Tricloroetano	70			<5	<5	<5	<5	<5
Triclorofluorometano				<5	<5	<5	<5	<5
Xilenos (total)	500			<5	<5	<5	<5	<5

Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-6 observa-se que todas as amostras apresentaram concentrações de VOC abaixo do limite de quantificação e dos respectivos VI, com exceção da amostras PM-04 onde foi quantificado xileno, porém em concentração de cerca de 40 vezes inferior ao VI para este composto na água subterrânea.

G. Compostos orgânicos semivoláteis (SVOC)

Na Tabela 6.3.3.7-7 a seguir, são apresentados os resultados de SVOC das amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento.



Tabela 6.3.3.7-7: Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Cetesb 2005							
	VI		VI	18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
Data da coleta				18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,4-Triclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,3-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,4-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
2,2'-Oxibis(1-cloropropano)				<10	<10	<10	<10	<10
2,3,4,5-Tetraclorofenol	10,5			<5	<5	<5	<5	<5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	10,5			<5	<5	<5	<5	<5
2,4,5-Triclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2,4,6-Triclorofenol	200			<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Diclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Dimetilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Dinitrofenol				<10	<10	<10	<10	<10
2,4-Dinitrotolueno				<2	<2	<2	<2	<2
2,6-Dinitrotolueno				<2	<2	<2	<2	<2
2-Clorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2-Cloronaftaleno				<2	<2	<2	<2	<2
2-Metilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
3+4-Metilfenol				<5	<5	<5	<5	<5
Cresóis Total	175			<5	<5	<5	<5	<5
2-Metilnaftaleno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2-Nitroanilina				<2	<2	<2	<2	<2
2-Nitrofenol				<2	<2	<2	<2	<2
3,3'-Diclorobenzidina				<2	<2	<2	<2	<2
3,4-Diclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
3-Nitroanilina				<5	<5	<5	<5	<5
4,6-Dinitro-2-metilfenol				<5	<5	<5	<5	<5
4-Bromofenil-fenileter				<2	<2	<2	<2	<2
4-Cloro-3-metilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
4-Cloroanilina				<2	<2	<2	<2	<2
4-Clorofenil-fenileter				<2	<2	<2	<2	<2
4-Nitroanilina				<5	<5	<5	<5	<5
4-Nitrofenol				<5	<5	<5	<5	<5
Acenafteno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acenaftileno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ácido Benzoico				<10	<10	<10	<10	<10
Álcool Benzílico				<5	<5	<5	<5	<5
Antraeno			5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Azobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
Benzo(a)antraeno	1,75			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Benzo(a)pireno	0,7			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(b)fluoranteno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)perileno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(k)fluoranteno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bis(-2-Cloroetil)eter				<2	<2	<2	<2	<2
Bis(-2-Cloroetóxi)metano				<2	<2	<2	<2	<2
Bis(2-Etilhexil)ftalato				<8	<8	<8	<8	<8
Carbazol				<2	<2	<2	<2	<2
Criseno			0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dibenzo(a,h)antraeno	0,18			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibenzofurano				<2	<2	<2	<2	<2
Fenantreno	140			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fenol	140			<2	<2	<2	<2	<2
Fluozeno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fluoranteno			1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Diethylftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Dimetilftalato	14			<2	<2	<2	<2	<2
Di-n-butilftalato				<5	<5	<5	<5	<5
Butilbenzilftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Di-n-oetilftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Ftalatos (total)			5	<5	<5	<5	<5	<5

Acima do valor de intervenção



Tabela 6.3.3.7-7 (continuação): Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores	Lista Holandesa (2000)	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05
	Orientadores						
	Cetesb 2005	VI					
Data da coleta			18/12/2008	20/12/2008	18/12/2008	18/12/2008	18/12/2008
Hexaclorobenzeno	1		<1	<1	<1	<1	<1
Hexaclorobutadieno			<2	<2	<2	<2	<2
Hexaclorociclopentadieno			<10	<10	<10	<10	<10
Hexacloroetano			<2	<2	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,17		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Isoforona			<2	<2	<2	<2	<2
Naftaleno	140		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nitrobenzeno			<2	<2	<2	<2	<2
N-Nitrosodifenilamina			<2	<2	<2	<2	<2
N-Nitroso-di-n-propilamina			<2	<2	<2	<2	<2
Pentaclorofenol	9		<5	<5	<5	<5	<5
Pireno			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tetraclorobenzenos (total)		2,5	<2	<2	<2	<2	<2

Acima do valor de intervenção



Tabela 6.3.3.7-7 (continuação): Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores Orientadores		Lista Holandesa (2000)	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Cetesb 2005							
	VI	VI						
Data da coleta				18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2,4-Triclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,2-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,3-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
1,4-Diclorobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
2,2'-Oxibis(1-cloropropano)				<10	<10	<10	<10	<10
2,3,4,5-Tetraclorofenol	10,5			<5	<5	<5	<5	<5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	10,5			<5	<5	<5	<5	<5
2,4,5-Triclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2,4,6-Triclorofenol	200			<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Diclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Dimetilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
2,4-Dinitrofenol				<10	<10	<10	<10	<10
2,4-Dinitrotolueno				<2	<2	<2	<2	<2
2,6-Dinitrotolueno				<2	<2	<2	<2	<2
2-Clorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
2-Cloronaftaleno				<2	<2	<2	<2	<2
2-Metilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
3+4-Metilfenol				<5	<5	<5	<5	<5
Cresóis Total	175			<5	<5	<5	<5	<5
2-Metilnaftaleno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
2-Nitroanilina				<2	<2	<2	<2	<2
2-Nitrofenol				<2	<2	<2	<2	<2
3,3'-Diclorobenzidina				<2	<2	<2	<2	<2
3,4-Diclorofenol	10,5			<2	<2	<2	<2	<2
3-Nitroanilina				<5	<5	<5	<5	<5
4,6-Dinitro-2-metilfenol				<5	<5	<5	<5	<5
4-Bromofenil-fenileter				<2	<2	<2	<2	<2
4-Cloro-3-metilfenol				<2	<2	<2	<2	<2
4-Cloroanilina				<2	<2	<2	<2	<2
4-Clorofenil-fenileter				<2	<2	<2	<2	<2
4-Nitroanilina				<5	<5	<5	<5	<5
4-Nitrofenol				<5	<5	<5	<5	<5
Acenafteno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acenaftileno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ácido Benzoico				<10	<10	<10	<10	<10
Álcool Benzílico				<5	<5	<5	<5	<5
Antraeno		5		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Azobenzeno				<2	<2	<2	<2	<2
Benzo(a)antraeno	1,75			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Benzo(a)pireno	0,7			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(b)fluoranteno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(g,h,i)perileno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Benzo(k)fluoranteno				<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Bis(-2-Cloroetil)eter				<2	<2	<2	<2	<2
Bis(-2-Cloroetóxi)metano				<2	<2	<2	<2	<2
Bis(2-Etilhexil)ftalato				<8	<8	<8	<8	<8
Carbazol				<2	<2	<2	<2	<2
Criseno		0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dibenzo(a,h)antraeno	0,18			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibenzofurano				<2	<2	<2	<2	<2
Fenantreno	140			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fenol	140			<2	<2	<2	<2	<2
Fluozeno				<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Fluoranteno		1		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Diethylftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Dimetilftalato	14			<2	<2	<2	<2	<2
Di-n-butilftalato				<5	<5	<5	<5	<5
Butilbenzilftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Di-n-oetilftalato				<2	<2	<2	<2	<2
Ftalatos (total)		5		<5	<5	<5	<5	<5

Acima do valor de intervenção

Tabela 6.3.3.7-7 (continuação): Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valores		PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	PM-10
	Orientadores	Lista Holandesa					
	Cetesb 2005	(2000)					
	VI	VI					
Data da coleta			18/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008	19/12/2008
Hexaclorobenzeno	1		<1	<1	<1	<1	<1
Hexaclorobutadieno			<2	<2	<2	<2	<2
Hexaclorociclopentadieno			<10	<10	<10	<10	<10
Hexacloroetano			<2	<2	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,17		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Isoforona			<2	<2	<2	<2	<2
Naftaleno	140		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nitrobenzeno			<2	<2	<2	<2	<2
N-Nitrosodifenilamina			<2	<2	<2	<2	<2
N-Nitroso-di-n-propilamina			<2	<2	<2	<2	<2
Pentaclorofenol	9		<5	<5	<5	<5	<5
Pireno			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tetraclorobenzenos (total)		2,5	<2	<2	<2	<2	<2

Acima do valor de intervenção

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6.3.3.7-7 observa-se que todas as amostras apresentaram concentrações de SVOC abaixo do limite de quantificação e dos respectivos VI.

6.3.4. Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos

No processo de investigação de áreas contaminadas, o controle de qualidade das atividades de campo e análises químicas é necessário para verificar a conformidade dos resultados com os padrões e normas pertinentes. Como as tomadas de decisão são baseadas nos resultados analíticos, é importante a credibilidade e confiança nos resultados obtidos. Desta forma, para a investigação da área em questão, preocupou-se desde o início do trabalho com o processo de aquisição de dados primários: amostragem de solo, sedimento, água subterrânea, água superficial (conforme a matriz investigada) e análises químicas, conforme apresentado nos itens a seguir.

A. Procedimentos de descontaminação

Dentre os diversos equipamentos utilizados nos trabalhos de campo desenvolvidos na área, a maioria deles é utilizada com certa frequência, ou seja, não são descartados após o uso. Assim, a limpeza do equipamento é necessária para evitar contaminações de outras áreas (áreas onde o equipamento foi utilizado anteriormente) e/ou interferências de locais mais contaminados para locais menos contaminados da área avaliada.

Para isto, foi estabelecido como procedimento interno da CPEA, que todos os equipamentos de perfuração, coleta de solo, coleta de água ou equipamentos utilizados em ensaios, por exemplo, tarugo, quando não descartáveis devem ser lavados com sabão neutro e água mineral três vezes e enxaguado com água destilada antes do próximo uso.

B. Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos

Com o intuito de obter resultados fidedignos para as amostras de solo e água subterrânea do projeto CPEA-685, o laboratório contratado aplicou um Programa de Qualidade Assegurada/Controle de Qualidade, por meio de atividades que demonstram exatidão (proximidade do valor verdadeiro) e precisão (reprodutibilidade dos resultados). Os seguintes controles de qualidade foram realizados:

1. Branco do Método: é uma amostra de água destilada ou areia pura que é processada junto com o lote de amostras reais, passando por todas as etapas analíticas. O branco do método é fundamental para monitorar interferência analítica causada por uma possível contaminação proveniente do laboratório, que poderia induzir a resultados falsos positivos nas amostras reais; esta contaminação pode ser proveniente da manipulação das amostras, dos reagentes utilizados (solventes, ácidos), vidraria, do ambiente de laboratório, equipamento analítico, etc. O valor encontrado para o branco do método deve ser menor que o limite de quantificação praticável.

2. Amostras de controle laboratorial (LCS – laboratory control sample) – são brancos fortificados com uma quantidade conhecida de analitos-alvo. O desempenho de uma técnica analítica é avaliado pelos resultados de LCS. Se não se obtém resultados aceitáveis de LCS (dentro dos critérios de qualidade do laboratório), significa que os resultados das amostras reais são questionáveis e uma ação corretiva deve ser tomada imediatamente. LCS é usado para testar a exatidão do método.

3. Surrogate – são traçadores adicionados às análises de compostos orgânicos (voláteis, PCBs, pesticidas organoclorados, semivoláteis). São compostos deuterados, bromados ou fluorados, com características químicas similares às dos analitos-alvo, mas não estão presentes em amostras ambientais. Os resultados de surrogate devem estar dentro dos critérios de controle de qualidade do laboratório para serem considerados aceitáveis, por meio de seus resultados é possível acessar exatidão por amostra e avaliar efeito de matriz na recuperação dos analitos-alvo.

Com a realização de ensaios químicos nas amostras de qualidade descritas acima, viabilizou-se o monitoramento da precisão e exatidão analíticas do laboratório contratado, bem como avaliação de possível interferência nos resultados por manipulação, transporte, preparação e análise das amostras.

A exatidão é definida como o grau de concordância de um valor medido com o valor verdadeiro. Esta foi obtida pela realização de análises de amostras LCS, *surrogates* e *matrix spike*.

E finalmente, pôde-se confirmar que não houve interferência na qualidade dos resultados obtidos nas amostras pela realização dos ensaios em provas de branco (de método e de campo).

C. Avaliação dos Resultados Obtidos nas Amostras de Controle de Qualidade

1. Branco do método

Foi utilizada água mineral (exclusivamente para VOC) ou destilada (para similar amostra de água) e areia pura (para similar amostra de solo ou sedimento) como amostra de branco do método, sendo que estas foram processadas juntamente com as amostras reais. As amostras de água e solo foram preparadas pelo mesmo método das amostras reais. Os resultados analíticos das amostras de solo e água subterrânea referentes ao branco do método encontram-se nos laudos analíticos (Anexos 6.3.3.6 – 1).

Todos os resultados obtidos estiveram abaixo do limite de quantificação do laboratório, comprovando que não houve qualquer tipo de contaminação oriunda de procedimentos de manipulação, preparação e análise das amostras.

2. Amostra de controle laboratorial (LCS)

À água mineral (em casos de VOC) ou destilada (para similar amostra de água) e à areia pura (para similar amostra de solo), adicionou-se quantidade conhecida de analitos-alvo. Estas amostras foram processadas e analisadas juntamente com as amostras reais, assim como o branco do método, as Tabelas 6.3.4-1 e 6.3.4-2 apresentam estes resultados. Todos os resultados obtidos estiveram dentro dos limites de controle de qualidade do laboratório, os quais são estabelecidos a partir de análise crítica das cartas-controle, comprovando, assim, a exatidão dos métodos analíticos empregados pelo laboratório.



Tabela 6.3.4-1: Resultados de LCS solo

Parâmetros	Data da Coleta	Unidades	Resultados	Spike Adicionado	Recuperação (%)	Data da Coleta	Unidades	Resultados	Spike Adicionado	Recuperação (%)
Metais e Semimetais										
Alumínio (Al)	19/12/08	mg/Kg	368	400	92	20/12/08	mg/Kg	359	400	90
Antimônio (Sb)	19/12/08	mg/Kg	20,1	20	101	20/12/08	mg/Kg	20,3	20	102
Arsênio (As)	19/12/08	mg/Kg	20,3	20	102	20/12/08	mg/Kg	19,8	20	99
Bário (Ba)	19/12/08	mg/Kg	387	400	97	20/12/08	mg/Kg	375	400	94
Boro (B)	19/12/08	mg/Kg	224	250	90	20/12/08	mg/Kg	220	250	88
Cádmio (Cd)	19/12/08	mg/Kg	9,37	10	94	20/12/08	mg/Kg	8,7	10	87
Chumbo (Pb)	19/12/08	mg/Kg	19,5	20	98	20/12/08	mg/Kg	18	20	90
Cobalto (Co)	19/12/08	mg/Kg	94,6	100	95	20/12/08	mg/Kg	89,8	100	90
Cobre (Cu)	19/12/08	mg/Kg	47,6	50	95	20/12/08	mg/Kg	46,4	50	93
Cromo (Cr)	19/12/08	mg/Kg	37,5	40	94	20/12/08	mg/Kg	36,3	40	91
Ferro (Fe)	19/12/08	mg/Kg	193	200	97	20/12/08	mg/Kg	186	200	93
Molibdênio (Mo)	19/12/08	mg/Kg	17,6	18,8	94	20/12/08	mg/Kg	16,3	18,8	87
Níquel (Ni)	19/12/08	mg/Kg	94,7	100	95	20/12/08	mg/Kg	90	100	90
Prata (Ag)	19/12/08	mg/Kg	45,5	50	91	20/12/08	mg/Kg	44,8	50	90
Selênio (Se)	19/12/08	mg/Kg	23,8	20	119	20/12/08	mg/Kg	23,3	20	117
Vanádio (V)	19/12/08	mg/Kg	95	100	95	20/12/08	mg/Kg	91,8	100	92
Zinco (Zn)	19/12/08	mg/Kg	93,6	100	94	20/12/08	mg/Kg	87	100	87
Merúrio (Hg)	19/12/08	mg/Kg	14,3	10,8	132	20/12/08	mg/Kg	13,9	10,8	129
Via Clássica										
Fenol Total	19/12/08	mg/Kg	1,9	1,67	114	20/12/08	mg/Kg	1,9	1,67	114
Nitrogênio Amoniacal	19/12/08	mg/Kg	10,4	10	104	20/12/08	mg/Kg	10,4	10	104
Óleos e Graxas	19/12/08	mg/Kg	6720	8050	84	20/12/08	mg/Kg	6720	8050	84
Nitrato + Nitrito como N	19/12/08	mg/Kg	22	20	110	20/12/08	mg/Kg	22	20	110
Cloreto	19/12/08	mg/Kg	594	600	99	20/12/08	mg/Kg	594	600	99
PCB										
2,4,4-triclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	0,87	1,33	65	20/12/08	µg/Kg	0,87	1,33	65
2,2,5,5-tetraclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	1	1,33	75	20/12/08	µg/Kg	1	1,33	75
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	0,93	1,33	70	20/12/08	µg/Kg	0,93	1,33	70
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	1	1,33	75	20/12/08	µg/Kg	1	1,33	75
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	1,07	1,33	80	20/12/08	µg/Kg	1,07	1,33	80
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	1,07	1,33	80	20/12/08	µg/Kg	1,07	1,33	80
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	19/12/08	µg/Kg	0,8	1,33	60	20/12/08	µg/Kg	0,8	1,33	60
VOC										
1,1-Dicloroetano	19/12/08	µg/Kg	59	50	118	20/12/08	µg/Kg	49	50	98
Tricloroetano	19/12/08	µg/Kg	56	50	112	20/12/08	µg/Kg	52	50	104
Benzeno	19/12/08	µg/Kg	50	50	100	20/12/08	µg/Kg	51	50	102
Tolueno	19/12/08	µg/Kg	51	50	102	20/12/08	µg/Kg	52	50	104
Clorobenzeno	19/12/08	µg/Kg	51	50	102	20/12/08	µg/Kg	50	50	100
SVOC										
Fenol	19/12/08	µg/Kg	722	1333	54	20/12/08	µg/Kg	722	1333	54
2-Clorofenol	19/12/08	µg/Kg	698	1333	52	20/12/08	µg/Kg	698	1333	52
Nitrobenzeno	19/12/08	µg/Kg	682	1333	51	20/12/08	µg/Kg	682	1333	51
4-Cloro-3-metilfenol	19/12/08	µg/Kg	747	1333	56	20/12/08	µg/Kg	747	1333	56
Acenafeno	19/12/08	µg/Kg	15	33,3	46	20/12/08	µg/Kg	15	33,3	46
2,4-Dinitrotoluena	19/12/08	µg/Kg	775	1333	587	20/12/08	µg/Kg	775	1333	587
Pentaclorofenol	19/12/08	µg/Kg	465	1333	35	20/12/08	µg/Kg	465	1333	35
Piseno	19/12/08	µg/Kg	25	33,3	74	20/12/08	µg/Kg	25	33,3	74
POC										
alfa-BHC	19/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68	20/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68
beta-BHC	19/12/08	µg/Kg	2,2	3,33	66	20/12/08	µg/Kg	2,2	3,33	66
gamma-BHC	19/12/08	µg/Kg	2,8	3,33	84	20/12/08	µg/Kg	2,8	3,33	84
delta-BHC	19/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76	20/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76
Aldrin	19/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68	20/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68
Diendrin	19/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68	20/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68
Endrin	19/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72	20/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72
4,4'-DDE	19/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72	20/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72
4,4'-DDD	19/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70	20/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70
4,4'-DDT	19/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76	20/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76
Endrin aldeido	19/12/08	µg/Kg	3	3,33	90	20/12/08	µg/Kg	3	3,33	90
Endrin acetona	19/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70	20/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70
alfa-clordano	19/12/08	µg/Kg	2,47	3,33	74	20/12/08	µg/Kg	2,47	3,33	74
gamma-clordano	19/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68	20/12/08	µg/Kg	2,27	3,33	68
Endossulfan I	19/12/08	µg/Kg	1,6	3,33	48	20/12/08	µg/Kg	1,6	3,33	48
Endossulfan II	19/12/08	µg/Kg	2,07	3,33	62	20/12/08	µg/Kg	2,07	3,33	62
Endossulfan sulfato	19/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76	20/12/08	µg/Kg	2,53	3,33	76
Heptacloro	19/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72	20/12/08	µg/Kg	2,4	3,33	72
Heptacloro epóxido	19/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70	20/12/08	µg/Kg	2,33	3,33	70
Metossicloro	19/12/08	µg/Kg	2,47	3,33	74	20/12/08	µg/Kg	2,47	3,33	74



Tabela 6.3.4-2: Resultados LCS água subterrânea

Parâmetros	Data da Coleta	Unidades	Resultados	Spike Adicionado	Recuperação (%)	Data da Coleta	Unidades	Resultados	Spike Adicionado	Recuperação (%)
Metais e Semimetais										
Merúrio (Hg)	19/12/08	µg/L	4,69	5	94	19/12/08	µg/L	5,47	5	109
VC										
Fenol Total	19/12/08	µg/L	0,1	0,1	100	19/12/08	µg/L	0,1	0,1	100
Nitrogênio Amoniacal	19/12/08	µg/L	1,05	1	105	19/12/08	µg/L	1,05	1	105
Óleos e Graxas	19/12/08	µg/L	83,4	84,1	99	19/12/08	µg/L	83,4	84,1	99
Nitrato como N	19/12/08	µg/L	2,2	2	110	19/12/08	µg/L	2,2	2	110
Nitrato como N	19/12/08	µg/L	0,069	0,07	99	19/12/08	µg/L	0,069	0,07	99
Cloreto	19/12/08	µg/L	9,38	10	94	19/12/08	µg/L	9,38	10	94
PCB										
2,4,4-triclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,013	0,02	65	19/12/08	µg/L	0,015	0,02	75
2,2,5,5-tetraclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,013	0,02	65	19/12/08	µg/L	0,016	0,02	80
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,013	0,02	65	19/12/08	µg/L	0,016	0,02	80
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,015	0,02	75	19/12/08	µg/L	0,016	0,02	80
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,015	0,02	75	19/12/08	µg/L	0,016	0,02	80
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,015	0,02	75	19/12/08	µg/L	0,017	0,02	85
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	19/12/08	µg/L	0,015	0,02	75	19/12/08	µg/L	0,017	0,02	55
VOC										
1,1-Dicloroetano	19/12/08	µg/L	45	50	90	19/12/08	µg/L	42	50	84
Ticloroetano	19/12/08	µg/L	43	50	86	19/12/08	µg/L	40	50	80
Benzeno	19/12/08	µg/L	44	50	88	19/12/08	µg/L	41	50	82
Tolueno	19/12/08	µg/L	41	50	82	19/12/08	µg/L	40	50	80
Clorobenzeno	19/12/08	µg/L	49	50	98	19/12/08	µg/L	50	50	100
SVOC										
Fenol	19/12/08	µg/L	5	20	26	19/12/08	µg/L	4	20	21
2-Clorofenol	19/12/08	µg/L	12	20	58	19/12/08	µg/L	11	20	53
Nitrobenzeno	19/12/08	µg/L	12	20	61	19/12/08	µg/L	12	20	59
4-Cloro-3-metilfenol	19/12/08	µg/L	14	20	70	19/12/08	µg/L	11	20	53
Acenafeno	19/12/08	µg/L	0,31	0,5	62	19/12/08	µg/L	0,24	0,5	49
2,4-Dinitrotoluene	19/12/08	µg/L	15	20	75	19/12/08	µg/L	14	20	72
Pentaclorofenol	19/12/08	µg/L	9	20	44	19/12/08	µg/L	12	20	61
Piceno	19/12/08	µg/L	0,3	0,5	60	19/12/08	µg/L	0,26	0,5	52
POC										
alfa-BHC	19/12/08	µg/L	0,033	0,05	66	19/12/08	µg/L	0,034	0,05	68
beta-BHC	19/12/08	µg/L	0,035	0,05	70	19/12/08	µg/L	0,031	0,05	62
gama-BHC	19/12/08	µg/L	0,043	0,05	86	19/12/08	µg/L	0,034	0,05	68
delta-BHC	19/12/08	µg/L	0,039	0,05	78	19/12/08	µg/L	0,038	0,05	76
Aldrin	19/12/08	µg/L	0,031	0,05	62	19/12/08	µg/L	0,031	0,05	62
Diendrin	19/12/08	µg/L	0,048	0,05	96	19/12/08	µg/L	0,036	0,05	72
Endrin	19/12/08	µg/L	0,041	0,05	82	19/12/08	µg/L	0,038	0,05	76
4,4'-DDE	19/12/08	µg/L	0,038	0,05	76	19/12/08	µg/L	0,026	0,05	52
4,4'-DDD	19/12/08	µg/L	0,041	0,05	82	19/12/08	µg/L	0,037	0,05	74
4,4'-DDT	19/12/08	µg/L	0,045	0,05	90	19/12/08	µg/L	0,043	0,05	86
Endrin aldeido	19/12/08	µg/L	0,05	0,05	100	19/12/08	µg/L	0,048	0,05	96
Endrin acetona	19/12/08	µg/L	0,048	0,05	96	19/12/08	µg/L	0,047	0,05	94
alfa-clordano	19/12/08	µg/L	0,035	0,05	70	19/12/08	µg/L	0,034	0,05	68
gama-clordano	19/12/08	µg/L	0,039	0,05	78	19/12/08	µg/L	0,035	0,05	70
Endossulfan I	19/12/08	µg/L	0,023	0,05	46	19/12/08	µg/L	0,024	0,05	48
Endossulfan II	19/12/08	µg/L	0,033	0,05	66	19/12/08	µg/L	0,03	0,05	60
Endossulfan sulfato	19/12/08	µg/L	0,043	0,05	86	19/12/08	µg/L	0,043	0,05	86
Heptacloro	19/12/08	µg/L	0,037	0,05	74	19/12/08	µg/L	0,034	0,05	68
Heptacloro epóxido	19/12/08	µg/L	0,036	0,05	72	19/12/08	µg/L	0,036	0,05	72
Metossicloro	19/12/08	µg/L	0,049	0,05	98	19/12/08	µg/L	0,047	0,05	94

Nas Tabelas 6.3.4-1 e 6.3.4-2 são apresentados também os resultados obtidos para os parâmetros analisados nas amostras de controle de laboratório (*spike*). A análise foi realizada no laboratório Ceimic, seguindo o método de preparação e análise apresentados anteriormente nas Tabelas 6.3.1.3-1 e 6.3.1.4-2 para solo e para água subterrânea, respectivamente. Usou-se como referência para validação dos resultados os intervalos estabelecidos pelo laboratório e pelo documento US EPA

Contract Laboratory Program – National Functional Guidelines for Superfund Organic Methods Data Review (2008).

Como pode ser observado, apenas cinco compostos foram utilizados para avaliação de precisão e exatidão. Isto se deve ao fato que cada um dos compostos apresentados representarem a uma classe de compostos. O composto clorobenzeno, por exemplo, representa tetracloreto, 1,2-dibromometano, 1,1,1,2-tetracloreto, etilbenzeno, m,p-xileno, o-xileno e bromofórmio, enquanto que o benzeno representa 1,2-dicloroetano, tetracloreto de carbono, tricloroetano e dibromometano, entre outros. Assim sendo, a qualidade analítica é assegurada para todos os compostos analisados.

1. Surrogates

O laboratório adicionou a cada amostra de água subterrânea e de solo do projeto CPEA-685, os seguintes traçadores para acessar exatidão por amostra e avaliar efeito de matriz na recuperação dos analitos alvo:

- VOC: 1,2-Dichloroethane-d4; Toluene-d8; Bromofluorobenzene
- SVOC: 2-Fluorofenol; Fenol-d5; 2-Fluorobifenil; 2,4,6-Tribromofenol; Terfenil-d14
- POC e PCB: Tetracloreto-m-xileno; Decaclorobifenil

O laboratório opta por adicionar mais de um traçador por método analítico, visto que a análise cromatográfica destes compostos está susceptível a inviabilidade de quantificação por efeitos de matriz, tais como coeluição e formação de emulsão durante extração. O recomendável é que pelo menos um surrogate seja quantificado dentro dos limites de controle de qualidade estabelecidos pelo laboratório para que os resultados das amostras sejam considerados satisfatórios e tecnicamente válidos. Os resultados de recuperação de surrogate podem ser confirmados nos laudos analíticos (Anexo 6.3.3.6 – 1). Todos os resultados obtidos de surrogate nas amostras do projeto CPEA-685 atenderam plenamente todos os requisitos de controle de qualidade.

Com os resultados obtidos para as amostras de controle de qualidade utilizadas neste projeto, pode-se validar e garantir a veracidade dos valores apresentados para as amostras de solo e água subterrânea coletadas para o projeto CPEA-685.

6.4. CONCLUSÕES

Este relatório apresentou os dados obtidos na campanha de investigação ambiental realizada em dezembro de 2008 no Porto de São Sebastião como subsídio ao levantamento dos passivos ambientais e, de acordo com os resultados apresentados nos itens acima verifica-se que:

- Existem na área três principais litologias: aterro de silte, argila marinha e areia fina a média;
- O fluxo preferencial da água subterrânea é de oeste para leste em direção ao canal de São Sebastião, sendo que a velocidade calculada para a área foi 0,015m/ano, e a condutividade hidráulica média foi de $1,98 \times 10^{-5}$ cm/s, corroborando com as características geológicas da região;
- As análises químicas no solo e água subterrânea indicaram:
 - Metais e semi-metais:
 - Solo: Cu foi quantificado acima do valor orientador de prevenção e Ba, acima do valor de intervenção em uma amostra;
 - Água subterrânea: Fe, Mn e B acima de VI, sendo que Mn e Fe são elementos naturalmente presentes e B está relacionado aos sedimentos marinhos. Outros metais foram quantificados acima de VI pontualmente: arsênio, bário, chumbo e cobalto;
 - O fósforo foi quantificado na água subterrânea em maiores concentrações nos poços instalados próximo a área de disposição de lixo urbano. As concentrações dos compostos analisados na série de nitrogênio no solo e na água subterrânea provavelmente também estão relacionadas com a disposição de lixo urbano na área;
 - Cloreto: tanto na água, quanto no solo os resultados obtidos são reflexos da região de instalação dos poços e da localização do terreno - próximo ao Canal de São Sebastião. Os resultados de salinidade e condutividade obtidos em campo corroboram com os resultados de cloreto;
 - POC: todas as amostras apresentaram concentrações inferiores aos limites de quantificação.
 - PCB: foi quantificado no solo acima do valor orientador de prevenção em duas amostras, porém inferior ao valor de intervenção residencial. Estes compostos não foram quantificados na água subterrânea.

- VOC: não foram quantificados no solo. Na água subterrânea apenas xileno foi quantificado, porém abaixo do valor orientador de intervenção;
- SVOC: Foram quantificados alguns compostos no solo acima do valor orientador de prevenção, porém todos os resultados foram inferiores ao valor de intervenção residencial. Na água subterrânea todos os SVOC apresentaram concentrações abaixo do limite de quantificação e, conseqüentemente, dos respectivos VI.

De acordo com os levantamentos realizados na área pela Avaliação Preliminar, não houve qualquer tipo de aplicação de substâncias no solo que pudessem ocasionar algum tipo de alteração na qualidade tanto dos solos quanto da água subterrânea, no entanto, alguns parâmetros que foram quantificados nos poços localizados próximo a área de disposição de lixo urbano podem estar relacionados com a atividade desenvolvida nesta área.

Pelos resultados obtidos observa-se que os locais onde foram encontradas concentrações de compostos acima dos Valores Orientadores de Prevenção ou de Intervenção, estão relacionados à área de transbordo de lixo urbano proveniente da cidade de São Sebastião ou proveniente do material dragado do porto.

Com relação especificamente a este local presente dentro da área do Porto utilizado para a realização do transbordo de lixo urbano, observa-se que os poços localizados nesta região foram os que apresentaram concentrações para alguns compostos com maior desvio dos valores orientadores estabelecidos pelo órgão ambiental. No projeto de ampliação do Porto de São Sebastião, esta área de transbordo será deslocada para outra região fora dos limites do referido Porto e, sendo assim, será interrompido o processo de aporte de materiais que podem contribuir para a contaminação dos meios solo e água subterrânea.

No projeto de ampliação do Porto de São Sebastião, existe uma área de manguezal situada no extremo Norte-Nordeste onde houve no passado a disposição de materiais com possibilidade de ocasionar algum tipo de contaminação. Este local será investigado com a realização de sondagens para a coleta de solos e instalação de poços de monitoramento com intuito de verificar a existência ou não de passivos ambientais.

6.5. ETAPA FUTURA

Para o estabelecimento da malha amostral durante a etapa de investigação para o levantamento dos passivos ambientais, foi considerada a área do Porto de São Sebastião correspondente ao projeto de ampliação inicial. No entanto, após terem sido feitas as coletas de solo e água subterrânea com conseqüente caracterização química, o projeto de ampliação englobou também uma área situada no extremo norte-nordeste da área Portuária, onde se observa uma dársena. A área de interesse situa-se em terra, no prolongamento da dársena (Figura 6.5 - 1).

Esta área foi alvo de um Inquérito Civil (nº11/03) e, segundo o parecer da assistente técnica do Ministério Público (f. 477/480) foi constatado que a mesma poderia apresentar um potencial dano ambiental resultante da presença de “algumas pilhas esparsas de entulhos e materiais inservíveis de obras”. Tomando-se este parecer como premissa inicial, entende-se que está superada a fase de Avaliação Preliminar, constante do Capítulo V do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da Companhia Ambiental de São Paulo – CETESB, sendo necessária, portanto, a execução da etapa de Investigação Confirmatória, segundo os procedimentos estabelecidos deste Manual. Sendo assim, propõe-se, neste local, a execução de um estudo para o levantamento de passivos ambientais, sendo proposto, para tanto, a realização de cinco sondagens para a coleta de amostras de solo e água subterrânea. Para a caracterização da área em questão, serão realizadas análises dos mesmos parâmetros químicos já utilizados para o levantamento dos passivos ambientais na área do Porto, levando-se em consideração o projeto inicial de ampliação. .

As atividades seqüenciais dependerão dos resultados a serem obtidos na etapa de Investigação Confirmatória, porém, deverão seguir os procedimentos estabelecidos no Manual da CETESB.

Na Figura 6.5 - 1 a seguir é mostrada exatamente a área a qual será alvo dos estudos.



Figura 6.5 - 1: Área do Inquérito Civil nº11/03 alvo dos estudos de levantamento de passivos ambientais