



INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL
ÁREA DA INSTALAÇÃO PORTUÁRIA ALFANDEGADA

RELATÓRIO TÉCNICO

DEICMAR

SANTOS - SÃO PAULO

MAIO DE 2007

Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRICO AMBIENTAL DA ÁREA	4
3. ATIVIDADES DE CAMPO	6
3.1. DEFINIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS	6
3.2. INSTALAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO	6
3.3. COLETA DE SOLO SUBSUPERFICIAL	7
3.4. COLETA DE SOLO SUPERFICIAL	8
3.5. ÁGUA SUBTERRÂNEA	9
3.5.1. MEDIÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM CAMPO	10
3.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS UTILIZADOS	10
4. RESULTADOS OBTIDOS	11
4.1 RESULTADOS DO SOLO SUPERFICIAL	11
4.1.1 METAIS E SEMI-METAIS	11
4.1.2 COMPOSTOS ORGÂNICOS SEMI-VOLÁTEIS - SVOC	12
4.2 RESULTADOS DE SOLO EM PROFUNDIDADE	14
4.2.1. BIFENILAS POLICLORADAS - PCB	14
4.2.2. COMPOSTOS ORGÂNICOS SEMI-VOLÁTEIS - SVOC	15
4.2.3 COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS - VOC	17
4.3. RESULTADOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	19
4.3.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	19
4.3.2. COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS - VOC	19
4.3.3 COMPOSTOS ORGÂNICOS SEMI-VOLÁTEIS - SVOC	21
4.3.4. BIFENILAS POLICLORADAS - PCB	22
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	23
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
7. EQUIPE TÉCNICA.....	25
ANEXO 1	
FIGURA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	27
ANEXO 2	
RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO E PERFURAÇÃO DOS PMS	29
ANEXO 3	
CADEIAS DE CUSTÓDIA E LAUDOS ANALÍTICOS.....	43
ANEXO 4	
DOSSIÊ FOTOGRÁFICO	44
ANEXO 5	
PROCEDIMENTO PADRÃO DECONTROLE DE QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE CAMPO	46

1. INTRODUÇÃO

Atendendo a solicitação da empresa Deicmar S.A., o presente relatório apresenta os resultados das atividades desenvolvidas para a Investigação Ambiental Confirmatória da área denominada IPA – Instalação Portuária Alfandegada, conforme proposto no Plano de Ação entregue em maio de 2006.

No presente documento é apresentado o histórico ambiental da área, o relatório de campo das atividades de instalação de quatro poços de monitoramento, sondagens de solo superficial, coleta de amostras de solo e água subterrânea. Também são apresentados os resultados das análises químicas do solo, água subterrânea, as conclusões e recomendações pertinentes a este estudo.

Todo o procedimento para a investigação da área seguiu as premissas do Manual de Gerenciamento de Área Contaminadas (CETESB, 2001) e normas e legislações pertinentes ao assunto.

2. HISTÓRICO AMBIENTAL DA ÁREA

A área de estudo foi arrendada da Codesp pela Deicmar/SA na década de 80. Desde então a empresa Deicmar nunca movimentou nenhum produto químico, ou quaisquer outros produtos que possam oferecer algum risco ao meio ambiente. Avaliando-se o histórico da área previa ao início das operações pela Deicmar, constata-se as seguintes atividades:

- Aterramento da área com saibro de argila, areia e entulho de construção sem caracterização prévia;
- Existência de tubulações de petróleo e derivados que passam ao norte do IPA sob responsabilidade da Companhia Docas de Santos. As operações com petróleo ocorreram nestas tubulações até 1969, a movimentação de aditivos para óleos lubrificantes continuou até o final da década de 80, e a de derivados (gasolina, querosene e diesel) até meados da década de 90;
- Ocorrência de vazamentos de petróleo e derivados das tubulações que atingiram a área onde atualmente está instalada a Deicmar/IPA, mais especificamente ao norte (Área I). As medidas tomadas pela Companhia Docas de Santos, em relação a estes vazamentos, eram a instalação de barreiras de contenção e remoção do material derramado, porém ficavam alguns resíduos que acabavam infiltrando no solo, uma vez que naquela época a área ainda não era impermeabilizada. Não foram encontrados registros ou relatórios emitidos sobre tais medidas de contenção dos vazamentos.

A empresa Deicmar assumiu a área em questão na década de 80 e realizou parte do aterramento também com saibro de argila, areia e entulho de construção. Em meados da década de 80 a área foi pavimentada e atualmente grande parte da área encontra-se impermeabilizada com asfalto, sendo que em alguns locais o piso é recoberto com bloquetes. Não há relatos sobre danos ao meio ambiente durante a instalação da empresa Deicmar, porém foi relatado o envio de lâmpadas fluorescentes em tambores para a EADI na Alemoa, estas lâmpadas ainda não tiveram uma destinação apropriada e encontram-se armazenadas em tambores fechados.

Em 2006 a Deicmar contratou a Consultoria Paulista de Estudos Ambientais para realizar um diagnóstico ambiental inicial com o objetivo de levantar os passivos ambientais e iniciar o processo de investigação da contaminação do solo nas dependências da Deicmar. Foram quantificados os seguintes compostos acima dos valores orientadores para solos:

- Bário: P-0, P-1 e P-7 (acima de prevenção) e P-6 (acima de intervenção);
- Cromo: P-3 (acima de prevenção);

- PCB total: P-7 (acima de prevenção);
- Benzo(a)antraceno: P-1 e P-3 (acima de prevenção);
- Naftaleno: P-5 (acima de prevenção)

Outros compostos foram quantificados, porém não apresentaram resultados acima dos valores orientadores. De acordo com os resultados obtidos foi proposto o detalhamento de alguns pontos conforme apresentado no relatório técnico “Plano de Ação - Deicmar – IPA” entregue em maio de 2006.

3. ATIVIDADES DE CAMPO

3.1. DEFINIÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

Para a realização da investigação da área do IPA, os pontos amostrais foram definidos com base nos resultados das sondagens de solo superficial realizadas em abril de 2006. O detalhamento da área foi realizado próximo aos pontos que apresentaram alguma anomalia, conforme apresentado no Plano de Ação e relatório técnico que contempla o diagnóstico inicial da área IPA. A Figura com a localização dos pontos de coleta é apresentada no Anexo 1.

3.2. INSTALAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO

Os quatro poços de monitoramento foram construídos com base na norma NBR 13.895, “Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem – Procedimentos” da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, e a norma 6410, “Amostragem e Monitoramento das Águas Subterrâneas”, da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, que também dispõe sobre a construção de poços de monitoramento. A Tabela 1 apresenta os dados dos poços de monitoramento instalados.

O Anexo 2 apresenta o relatório de instalação e perfuração dos poços de monitoramento.

Tabela 1 - Dados de campo dos poços de monitoramento

Ponto	Data de abertura	Profundidade (m)	N.A. (m)	Coordenadas UTM*	
				Eastings (mE)	Northings (mN)
PM 01	21/3/2007	4,0	1,60	363.284	7.353.580
PM 02	21/3/2007	3,7	2,20	363.184	7.353.595
PM 03	21/3/2007	3,0	1,30	363.175	7.353.521
PM 04	22/3/2007	3,3	1,20	362.992	7.353.518

*Datum Horizontal SAD-69 (SF-23); GPS da marca GARMIN, modelo *GPSmap 76S*

3.3. COLETA DE SOLO SUBSUPERFICIAL

Para a realização da investigação da área do IPA foram coletadas quatro amostras de solo durante a instalação dos poços de monitoramento. Todo o procedimento de coleta de solo atendeu às exigências da Norma CETESB de 1988 para “Amostragem de Solo” constante no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Projeto CETESB – GTZ”, atualizado em 1999. A Tabela 2 apresenta os dados de campo da coleta. O anexo 2 apresenta o relatório das sondagens realizadas.

Tabela 2 - Dados de campo da coleta de solo e parâmetros analisados

Poço de monitoramento	Data	Hora	Profundidade da amostra coletada (m)	Parâmetros analisados
PM 01	21/3/2007	11:20	1,3	VOC e SVOC
PM 02	21/3/2007	15:40	2,0	VOC e SVOC
PM 03	21/3/2007	18:00	1,1	VOC e SVOC
PM 04	22/3/2007	12:47	1,0	PCB

As amostras de solo dos PMs 01 a 03 foram encaminhadas para o laboratório para análise de compostos orgânicos voláteis (VOC) e semi-voláteis (SVOC) e a amostra do PM-04 para análise de pesticidas organoclorados (PCB), conforme proposto no “Plano de Ação - Deicmar – IPA e TMV”, oriundo da caracterização inicial realizada em 2006.

Todas as amostras foram coletadas com *liners* e transferidas para os recipientes fornecidos pelo laboratório. As condições de armazenamento e preservação das amostras estão apresentadas na Tabela 3, as respectivas cadeias de custódia e laudos analíticos encontram-se no Anexo 3 e o dossiê fotográfico da coleta está apresentado no Anexo 4. Todas as amostras foram armazenadas em caixas térmicas com gelo e mantidas à temperatura de 4 ± 2 °C desde o momento da coleta até o envio ao laboratório.

Tabela 3 - Condições de armazenamento e preservação das amostras de solo

Parâmetros	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra (g)	Prazo para análise
VOC	Frascos de vidro com tampa rosqueável e boca larga.	Refrigeração a 4° C	50	14 dias
SVOC	Frascos de vidro com tampa rosqueável e boca larga.	Refrigeração a 4°C	100	14 dias até a extração; 40 dias após a extração
PCB	Frascos de vidro com tampa rosqueável e boca larga.	Refrigeração a 4°C	100	14 dias até a extração; 40 dias após a extração

3.4. COLETA DE SOLO SUPERFICIAL

Foram coletadas cinco amostras de solo superficial no entorno dos pontos que apresentaram compostos acima dos valores orientadores para solo na campanha realizada em 2006 (P05 e P06). Todo o procedimento de coleta de solo atendeu às exigências da Norma CETESB de 1988 para “Amostragem de Solo” constante no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Projeto CETESB – GTZ”, atualizado em 1999. A Tabela 4 apresenta os dados de campo da coleta.

Tabela 4 - Dados de campo das amostras de solo superficial e parâmetros analisados

Ponto	Data	Hora	Profundidade (m)	Coordenadas UTM*		Parâmetros analisados
				<i>Eastings (mE)</i>	<i>Northings (mN)</i>	
S - 01	23/3/2007	10:23	0,54 m	362.938	7.353.357	SVOC
S - 02	23/3/2007	10:02	0,50 m	362.930	7.353.257	SVOC
S - 03	23/3/2007	11:05	0,60 m	362.939	7.353.351	SVOC
S - 04	22/3/2007	17:05	0,42 m	362.844	7.353.346	Metais e semi-metais
S - 05	22/3/2007	17:23	0,47 m	362.860	7.353.327	Metais e semi-metais

*Datum Horizontal SAD-69 (SF-23); GPS da marca GARMIN, modelo *GPSmap 76S*

As amostras de solo dos S-01 a 03 foram encaminhadas para o laboratório para análise de compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) e as amostras S-04 e 05 para análise de metais e semi-metais.

As condições de armazenamento e preservação das amostras estão apresentadas na Tabela 5, as respectivas cadeias de custódia e laudos analíticos estão apresentados no Anexo 3. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas com gelo e mantidas à temperatura 4 ± 2 °C desde o momento da coleta até o envio ao laboratório.

Tabela 5 - Condições de armazenamento e preservação das amostras de solo

Parâmetros	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra (g)	Prazo para análise
Metais e semi-metais	Frascos de polietileno com tampa rosqueável e boca larga.	Refrigeração a 4°C	50	6 meses *Hg 28 dias
SVOC	Frascos de vidro com tampa rosqueável e boca larga.	Refrigeração a 4°C	100	14 dias até a extração; 40 dias após a extração

3.5. ÁGUA SUBTERRÂNEA

As amostragens foram realizadas com a utilização de coletores tipo *bailers* descartáveis. O procedimento de esgotamento dos poços de monitoramento atendeu às exigências da norma CETESB de 1999 para “Amostragem e Monitoramento de Águas Subterrâneas” constante no “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Projeto CETESB – GTZ”.

As amostras de água foram coletadas dia 27 de março de 2007. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em frascos apropriados para cada análise a ser realizada. A profundidade do nível d'água dos poços de monitoramento foi aferida com equipamento apropriado.

Após 24 horas foram realizadas novas medidas do nível d'água para verificar se os poços tinham uma recuperação total ou parcial do seu nível, os dados obtidos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados de campo do desenvolvimento dos PMs e parâmetros analisados

Poço de monitoramento	Hora 26/03	N.A. (m) 26/03	Hora 27/03	N.A. (m) 27/03	Parâmetros analisados
PM 01	10:23	1,86	09:41	1,86	SVOC e VOC
PM 02	10:02	0,46	10:00	0,40	SVOC e VOC
PM 03	11:05	1,61	10:10	0,51	SVOC e VOC
PM 04	17:05	0,50	10:15	0,51	PCB

As amostras de água coletadas foram envasadas em frascaria apropriada fornecida pelo laboratório Corplab, responsável pelas análises. As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo desde o momento da coleta até seu encaminhamento para o laboratório (4 ± 2 °C).

As amostras de água subterrânea coletadas foram analisadas para os seguintes parâmetros: PM-01 a 03 compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) e compostos orgânicos voláteis (VOC) e PM-04 bifenilas policloradas (PCB).

O protocolo de preservação e armazenamento das amostras está apresentado na Tabela 7, as respectivas cadeias de custódia e laudos analíticos constam do Anexo 3 e o dossiê fotográfico está apresentado no Anexo 4.

Tabela 7 - Condições de armazenamento e preservação das amostras de água subterrânea

Parâmetros	Recipiente de armazenamento	Preservação	Quantidade de amostra (mL)	Prazo para análise
VOC	Frascos de vidro com septo de teflon	HCl até pH<2 Refrigeração a 4°C	40 (2 vials)	14 dias
SVOC	Frascos de vidro âmbar	Refrigeração a 4°C	1000	7 dias até a extração; 40 dias após a extração
PCB	Frascos de vidro âmbar	Refrigeração a 4°C	1000	7 dias até a extração; 40 dias após a extração

3.5.1. Medições Físicas e Químicas em Campo

Os parâmetros avaliados em campo foram: pH, condutividade elétrica e temperatura, com os seguintes equipamentos:

- pH: pHmêtro da marca DIGIMED – modelo DM-2;
- Condutividade elétrica: Condutivímetro da marca Bernauer – modelo F-1000;
- Temperatura: Termômetro de imersão com coluna de mercúrio;

O potencial redox das amostras foi medido em laboratório juntamente com a salinidade.

Todos os equipamentos de medição são mantidos e calibrados conforme procedimento específico. As calibrações são realizadas previamente ao início das medições em campo e a cada 20 amostras, e ainda quando da observação de resultados anômalos. O procedimento padrão de controle de qualidade está apresentado em Anexo 5.

3.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS UTILIZADOS

As análises químicas de solo e água seguiram as metodologias apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Métodos analíticos utilizados para análises laboratoriais

Parâmetro	Matriz	Método
Potencial redox	Água	Análise eletrométrica
Salinidade	Água	Análise condutivimétrica
PCB	Água	USEPA 3510/8082
VOC	Água	USEPA 5021A e EPA 8260
SVOC	Água	USEPA 3510/8270
Metais e semi-metais	Solo	SW 846 US EPA 3050/6010
Mercúrio	Solo	SW 846 EPA 7471
PCB	Solo	USEPA3510/ 8082
VOC	Solo	USEPA 5021A e EPA 8260
SVOC	Solo	USEPA 3550/8270

4. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados analíticos de solo superficial e em profundidade foram comparados com os valores orientadores de prevenção e intervenção industrial propostos pela da listagem da CETESB (2005). Alguns compostos orgânicos quando não contemplados pela CETESB foram comparados com os padrões (*target value* e *intervention value*) propostos pela Holanda (Netherlands, 2000).

Os resultados analíticos de água subterrânea foram comparados com os valores orientadores propostos pela CETESB (2005), quando não contemplados pela listagem buscou-se padrões na Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde (2004). Alguns compostos orgânicos não possuem padrões nacionais, para estes casos optou-se por utilizar os valores intervenção (*intervention value*) propostos pela Lista Holandesa (Netherlands, 2000).

4.1 RESULTADOS DO SOLO SUPERFICIAL

4.1.1 Metais e semi-metais

Os pontos S-04 e S-05 foram alocados a fim de detalhar o ponto P-06 (campanha de 2006) que apresentou concentração de bário no solo superficial acima do valor de intervenção industrial. A Tabela 9 apresenta os resultados de metais e semi-metais das amostras S-04 e S-05 de solo superficial.

Tabela 9 - Resultados de metais e semi-metais em solo superficial (mg/kg)

Parâmetros	Valor de prevenção	Valor de intervenção industrial	S-04	S-05
Alumínio	-	-	24534	15097
Antimônio	2	25	<0,30	<0,36
Arsênio	15	150	2,59	2,53
Bário	150	750	632	235
Boro	-	-	<12,0	<14,5
Cádmio	1,3	5	<0,30	<0,36
Chumbo	72	900	9,16	8,55
Cobalto	25	90	23,3	10,3
Cobre	60	600	7,59	11,2
Cromo	75	400	4,52	25,1
Ferro	-	-	32069	15562
Manganês	-	-	509	315
Molibdênio	30	120	<0,60	<0,72
Níquel	30	130	6,14	10,2
Prata	2	100	<0,60	<0,72
Selênio	5	-	<2,41	<2,90
Vanádio	-	-	52,1	26,6
Zinco	300	2000	77,4	55,1
Mercurio	0,5	70	<0,33	<0,36

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

Conforme apresentado na Tabela 9 nenhuma amostra apresentou resultados acima do valor orientador de intervenção, apenas o bário foi quantificado acima do valor de prevenção nas duas amostras analisadas.

Vale ressaltar que o bário foi quantificado em outros pontos na campanha anterior, inclusive no P-0 localizado fora da propriedade da Deicmar. Com base no levantamento do histórico ambiental da área, entende-se que a presença de bário no solo não está relacionada com as atividades da empresa e podem ser oriundas do material de empréstimo utilizado como aterro da área, ou mesmo da composição natural do solo.

4.1.2 Compostos orgânicos semi-voláteis - SVOC

Os pontos S-01 a S-03 foram alocados a fim de detalhar o ponto P-05 amostrado na campanha de 2006 que apresentou naftaleno acima do valor de prevenção para solos. A Tabela 10 apresenta os resultados de SVOC das amostras solo superficial.

Tabela 10 - Resultados de SVOC no solo superficial (mg/kg)

Parâmetros	Valor de prevenção	Valor de intervenção industrial	S-01	S-02	S-03
Dibenzofurano	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Diethylftalato	-	-	<0,233	<0,244	<0,100
Dimetil ftalato	0,25	3	<1,05	<1,10	<0,450
Di-n-octilftalato	-	-	<1,05	<1,10	<0,450
Di-n-butilftalato	0,7	-	<1,05	<1,10	<0,450
Fenol	0,2	15	<1,75	<1,83	<0,750
Fluoranteno	-	-	0,25	0,12	0,32
Fluoreno	-	-	<0,100	<0,100	<0,040
Hexaclorobenzeno	0,003	1	<0,700	<0,731	<0,300
Hexaclorobutadieno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Hexaclorociclopentadieno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Hexacloroetano	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,031	130	0,750	0,960	0,340
Isoforona	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Naftaleno	0,12	90	<0,100	<0,100	<0,040
Nitrobenzeno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
n-nitrosodifenilamina	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
n-nitroso-di-n-propilamina	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Fenantreno	3,3	95	0,06*J	0,05*J	0,05
Pentaclorofenol	0,16	3	<0,700	<0,731	<0,300
Pireno	-	-	<0,700	<0,731	0,320
3,4-diclorofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,3,4,5-tetraclorofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,3,4,6-tetraclorofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

*J – Valor estimado entre o LDM e LQA

Tabela 10 (continuação) - Resultados de SVOC no solo superficial (mg/kg)

Parâmetros	Valor de prevenção	Valor de intervenção industrial	S-01	S-02	S-03
1,2,4-triclorobenzeno	0,011	40	<0,700	<0,731	<0,300
1,2-diclorobenzeno	0,73	400	<0,700	<0,731	<0,300
1,3-diclorobenzeno	0,39	-	<0,233	<0,244	<0,100
1,4-diclorobenzeno	0,39	150	<0,700	<0,731	<0,300
2,4,5-triclorofenol	0,11	-	<0,175	<0,180	<0,075
2,4,6-triclorofenol	1,5	20	<0,700	<0,731	<0,300
2,4-diclorofenol	0,031	6	<0,700	<0,731	<0,300
2,4-dimetilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,4-dinitrofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,4-dinitrotolueno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,6-dinitrotolueno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2-clorofenol	0,055	2	<0,700	<0,731	<0,300
2 - Cloronaftaleno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2-metilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
3-metilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
4-metilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2-metilnaftaleno	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2-nitroanilina	-	-	<1,17	<1,22	<0,500
2-nitrofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
3,3-diclorobenzidina	-	-	<1,17	<1,22	<0,250
3-nitroanilina	-	-	<1,17	<1,22	<0,250
4,6-dinitro-2-metilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
4-bromofenil fenil eter	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
4-cloro-3-metilfenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
4-cloroanilina	-	-	<1,17	<1,22	<0,500
4-clorofenil fenil eter	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
4-nitroanilina	-	-	<1,17	<1,22	<0,500
4-nitrofenol	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Acenaftileno	-	-	0,05*J	<0,100	0,05
Acenafteno	-	-	<0,100	<0,100	<0,040
Antraceno	0,039	-	0,09*J	0,05*J	0,13
Benzo(a)antraceno	0,025	65	<0,100	<0,100	0,300
Benzo(a)pireno	0,052	3,5	<0,100	<0,100	<0,040
Benzo(b)fluoranteno	-	-	<0,100	<0,100	<0,040
Benzo(g,h,i)perileno	0,57	-	0,500	0,950	0,350
Benzo(k)fluoranteno	0,38	-	<0,100	<0,100	<0,040
Bis(2-cloroetoxy)metano	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Bis-(2-cloroetil)eter	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
2,2-Oxibis(1-cloropropano)	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Bis(2-etilhexil)ftalato	0,6	10	<1,17	<1,220	<0,500
Butilbenzilftalato	-	-	<1,17	<1,220	<0,500
Carbazole	-	-	<0,700	<0,731	<0,300
Criseno	8,1	-	0,830	1,01	0,360
Dibenzo(a,h)antraceno	0,08	1,3	<0,100	<0,100	<0,040

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

*J – Valor estimado entre o LDM e LQA

O composto naftaleno não foi quantificado em nenhum dos pontos propostos, porém foram quantificados outros compostos semi-voláteis acima do valor de prevenção no solo, a saber:

- antraceno, benzo(g,h,i)perileno e indeno(1.2.3-cd)pireno nos pontos S-01 a S-03 e
- benzo(a)antraceno no ponto S-03.

O valor orientador de prevenção é a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea. Este valor indica a qualidade de um solo capaz de sustentar as suas funções primárias, protegendo-se os receptores ecológicos e a qualidade das águas subterrâneas. Foi determinado para o solo com base em ensaios com receptores ecológicos. Deve ser utilizado para disciplinar a introdução de substâncias no solo e, quando ultrapassado, a continuidade da atividade será submetida a nova avaliação, devendo os responsáveis legais pela introdução das cargas poluentes proceder o monitoramento dos impactos decorrentes (CETESB, 2005).

Neste caso, não houve no passado e não há no presente aplicação de substâncias no solo, os níveis de compostos orgânicos semi-voláteis quantificados no solo superficial devem ser oriundos de atividades realizadas no passado, ou mesmo vazamentos pontuais. Não há valor de intervenção para os compostos antraceno e benzo(g,h,i)perileno, é recomendável a avaliação da presença destes compostos na água subterrânea.

Para os compostos indeno(1.2.3-cd)pireno e benzo(a)antraceno são estabelecidos valores de intervenção (VI) e as concentrações quantificadas nas amostras de solo encontram-se muito abaixo deste valor, cerca de 150 a 380 vezes abaixo do VI para o indeno(1.2.3-cd)pireno e cerca 220 vezes abaixo do VI para o benzo(a)antraceno.

De qualquer forma, é recomendável a avaliação da presença destes contaminantes na água subterrânea.

4.2 RESULTADOS DE SOLO EM PROFUNDIDADE

4.2.1. Bifenilas Policloradas - PCB

A Tabela 11 apresenta os resultados de PCB da amostra de solo proveniente do PM-04.

Tabela 11 - Resultados de PCB na amostra de solo oriunda do PM-04 (mg/kg)

Parâmetros	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção Industrial	PM-04
2,4,4-triclorobifenil	-	-	<3,5
2,2,5,5-tetraclorobifenil	-	-	<3,5
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil	-	-	<3,5
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil	-	-	<3,5
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil	-	-	8,3
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil	-	-	14,4
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil	-	-	6,6
PCBs totais, soma 7 bifenilas	0,30	120,00	29,3

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

O PM-04 foi instalado com a finalidade de investigar os resultados de PCB obtidos na campanha anterior, na qual o P-07 apresentou concentração de PCB no solo superficial acima do valor orientador de prevenção. Conforme a Tabela 11, a amostra de solo oriunda do PM-04 também apresentou resultados de PCB acima do valor de prevenção para solos.

Conforme descrito anteriormente, o valor de prevenção é a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea e deve ser utilizado para disciplinar a introdução de substâncias no solo.

Neste caso, não há aplicação de substâncias no solo, os níveis de PCB total quantificados no solo devem ser oriundos de atividades realizadas no passado, porém encontram-se cerca de 4 vezes abaixo do valor de intervenção.

Entende-se necessário uma avaliação da água subterrânea para verificar a possibilidade da alteração deste compartimento ambiental quanto à presença deste contaminante.

4.2.2. Compostos orgânicos semi-voláteis - SVOC

A Tabela 12 apresenta os resultados de SVOC das amostras provenientes dos PM-01 a 03.

Tabela 12 - Resultados de SVOC nas amostras de solo oriundas dos PM-01 a 03 (mg/kg)

Parâmetros	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção Industrial	PM-01	PM-02	PM-03
1,2,4-triclorobenzeno	0,011	40	<0,170	<0,160	<0,160
1,2-diclorobenzeno	0,73	400	<0,170	<0,160	<0,160
1,3-diclorobenzeno	0,39	-	<0,170	<0,160	<0,160
1,4-diclorobenzeno	0,39	150	<0,170	<0,160	<0,160
2,4,5-triclorofenol	0,11	-	<0,043	<0,040	<0,040
2,4,6-triclorofenol	1,5	20	<0,170	<0,160	<0,160
2,4-diclorofenol	0,031	6	<0,170	<0,160	<0,160
2,4-dimetilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2,4-dinitrofenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2,4-dinitrotolueno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2,6-dinitrotolueno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2-clorofenol	0,055	2	<0,170	<0,160	<0,160
2 - Cloronaftaleno (1)	-	10*	<0,170	<0,160	<0,160
2-metilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
3-metilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
4-metilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2-metilnaftaleno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2-nitroanilina	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
2-nitrofenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
3,3-diclorobenzidina	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
3-nitroanilina	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
4,6-dinitro-2-metilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
4-bromofenil fenil eter	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
4-cloro-3-metilfenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
4-cloroanilina	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
4-clorofenil fenil eter	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
4-nitroanilina	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
4-nitrofenol	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Acenaftileno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Acenafteno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Antraceno	0,039	-	<0,030	<0,030	<0,030
Benzo(a)antraceno	0,025	65	<0,030	<0,030	<0,030
Benzo(a)pireno	0,052	3,5	<0,030	<0,030	<0,030
Benzo(b)fluoranteno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Benzo(g,h,i)perileno	0,57	-	<0,030	<0,030	<0,030
Benzo(k)fluoranteno	0,38	-	<0,030	<0,030	<0,030
Bis(2-cloroetoxy)metano	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Bis-(2-cloroetil)eter	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
2,2-Oxibis(1-cloropropano)	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Bis(2-etilhexil)ftalato (2)	0,6	10	<0,280	<0,260	<0,270
Butilbenzilftalato	-	-	<0,280	<0,260	<0,270
Carbazole	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Criseno	8,1	-	<0,030	<0,030	<0,030
Dibenz(o,a,h)antraceno	0,08	1,3	<0,030	<0,030	<0,030
Dibenzofurano	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Diethylftalato	-	-	<0,250	<0,240	<0,240
Dimetil ftalato	0,25	3	<0,250	<0,240	<0,240
Di-n-octilftalato	-	-	<0,250	<0,240	<0,240
Di-n-butilftalato	0,7	-	<0,250	<0,240	<0,240
Fenol	0,2	15	<0,420	<0,400	<0,400

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

(1) Cloronaftaleno (Lista Holandesa)

(2) Dietexil ftalato (DEHP)

* Lista Holandesa

Tabela 12 (Continuação) - Resultados de SVOC nas amostras de solo oriundas dos PM-01 a 03 (mg/kg)

Parâmetros	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção Industrial	PM-01	PM-02	PM-03
Fluoranteno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Fluoreno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Hexaclorobenzeno	0,003	1	<0,170	<0,160	<0,160
Hexaclorobutadieno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Hexaclorociclopentadieno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Hexacloroetano	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,031	130	<0,030	<0,030	<0,030
Isofazona	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Naftaleno	0,12	90	<0,030	<0,030	<0,030
Nitrobenzeno	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
n-nitrosodifenilamina	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
n-nitroso-di-n-propilamina	-	-	<0,170	<0,160	<0,160
Fenantreno	3,3	95	<0,030	<0,030	<0,030
Pentaclorofenol	0,16	3	<0,170	<0,160	<0,160
Pireno	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
3,4-diclorofenol	0,051	6	<0,170	<0,160	<0,160
2,3,4,5-tetraclorofenol	0,092	50	<0,170	<0,160	<0,160
2,3,4,6-tetraclorofenol	0,011	7,5	<0,170	<0,160	<0,160

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

(1) Cloronaftaleno (Lista Holandesa)

(2) Dietexil ftalato (DEHP)

* Lista Holandesa

Estes poços de monitoramento foram instalados na área em que ocorreram alguns vazamentos de petróleo no passado, esta região foi denominada como Área 1 e classificada como sendo a de maior risco de contaminação. Na campanha anterior, realizada em março de 2006, foram quantificados alguns hidrocarbonetos policíclicos aromáticos acima de do valor orientador de prevenção no solo superficial. Com o detalhamento realizado na Área 1, na campanha de março de 2007, não foi quantificado nenhum SVOC no solo, conforme apresentado na Tabela 12. Porém é necessário avaliar a presença destes compostos na água subterrânea.

4.2.3 Compostos orgânicos voláteis - VOC

A Tabela 13 apresenta os resultados de VOC para os poços de monitoramento 01 a 03.

Tabela 13 - Resultados de VOC nas amostras de solo oriundas dos PM-01 a 03 (mg/kg)

Parâmetros	Valor de Prevenção	Valor de Intervenção Industrial	PM-01	PM-02	PM-03
1,1,1,2-tetracloroetano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,1,2,2-tetracloroetano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,1,1-tricloroetano	0,07*	25	<0,007	<0,007	<0,007
1,1,2-tricloroetano	0,4*	10*	<0,007	<0,007	<0,007
1,1-dicloroetano	-	25	<0,007	<0,007	<0,007
1,2-dicloroetano	0,075	0,5	<0,007	<0,007	<0,007
1,1-dicloroetano	-	8	<0,007	<0,007	<0,007
1,1-dicloropropeno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,2-dicloropropeno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,2,3-triclorobenzeno	0,01	35	<0,007	<0,007	<0,007
1,2,4-triclorobenzeno	0,011	40	<0,007	<0,007	<0,007
1,3,5-triclorobenzeno	0,5	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,2,3,4-tetraclorobenzeno	0,16	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,2,3,5-tetraclorobenzeno	0,0065	-	<0,006	<0,006	<0,006
1,2-dibromoetano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,2-diclorobenzeno	0,73	400	<0,007	<0,007	<0,007
1,3-diclorobenzeno	0,39	-	<0,007	<0,007	<0,007
1,4-diclorobenzeno	0,39	150	<0,007	<0,007	<0,007
Benzeno	0,03	0,15	<0,007	<0,007	<0,007
Bromoclorometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Bromodiclorometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Bromoformio	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Bromometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
cis-1,2-dicloroetano	-	4	<0,007	<0,007	<0,007
trans-1,2-dicloroetano	-	11	<0,007	<0,007	<0,007
cis-1,3-dicloropropeno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
trans-1,3-dicloropropeno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Cloreto de Vinila	0,003	0,008	<0,004	<0,004	<0,004
Clorobenzeno	0,41	120	<0,007	<0,007	<0,007
Clorofórmio	1,75	8,5	<0,007	<0,007	<0,007
Clorometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Dibromoclorometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Dibromometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Diclorometano	-	-	<0,014	<0,013	<0,013
Estireno	0,2	80	<0,007	<0,007	<0,007
Etilbenzeno	6,2	95	<0,007	<0,007	<0,007
Metil-t-butil-eter	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Tetracloreto de carbono	0,17	1,3	<0,007	<0,007	<0,007
Tetracloroetano	0,054	13	<0,007	<0,007	<0,007
Tolueno	0,14	75	<0,007	<0,007	<0,007
Tricloroetano	0,0078	22,00	<0,007	<0,007	<0,007
Triclorofluorometano	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
(m+p) xileno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
o-xileno	-	-	<0,007	<0,007	<0,007
Xileno total	0,13	70,00	<0,014	<0,014	<0,014

Legenda:

Acima de prevenção

Entre prevenção e intervenção

* Lista Holandesa

Também foi avaliada a presença de compostos orgânicos voláteis na Área 1. Conforme apresentado na Tabela 13, não foi quantificado nenhum VOC no solo. Porém é necessário avaliar a presença destes compostos na água subterrânea.

4.3. RESULTADOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

4.3.1 Parâmetros físico-químicos

Os resultados das medidas dos parâmetros físicos e químicos são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados das medidas dos parâmetros físicos e químicos.

Ponto	pH	E _H (mV)	Salinidade(‰)	Condutividade (mS/cm)
PM 01	6,00	31	8,3	2,80
PM 02	6,74	-5	18,6	5,60
PM 03	7,52	-22	0,88	0,42
PM 04	6,49	10	14,5	4,20

Conforme apresentado na Tabela 14, os poços de monitoramento instalados na área IPA-Deicmar sofrem influência da cunha salinha da região, com resultados de salinidade variando de 0,88‰ (PM-03) a 18,6‰ (PM-02). A condutividade variou de 0,42mS/cm (PM-03) a 4,20 mS/cm (PM-02), estando de acordo com os resultados da salinidade (correlação significativa: $R^2=0,9948$). Os pH das amostras de água subterrânea avaliadas encontravam-se levemente ácidos, variando de 6,00 a 7,52 e o potencial redox variou de -22 a 31 mV.

4.3.2. Compostos orgânicos voláteis - VOC

A Tabela 15 apresenta os resultados de VOC para as amostras oriundas dos poços de monitoramento localizados na Área 1. Apesar desta área ter sido considerada como a de maior probabilidade de risco de contaminação, não foi quantificado nenhum VOC na água subterrânea dos PM avaliados.

Tabela 15 - Resultados de VOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valor de intervenção	PONTOS DE COLETA		
		PM-01	PM-02	PM-03
1,1,1,2-tetracloroetano		<5	<5	<5
1,1,1-tricloroetano	280	<5	<5	<5
1,1,2,2-tetracloroetano		<5	<5	<5
1,1,2-tricloroetano	130*	<5	<5	<5
1,1-dicloroetano	280	<5	<5	<5
1,1-dicloroetano	30	<5	<5	<5
1,1-dicloropropeno		<5	<5	<5
1,2,3-triclorobenzeno	-	<5	<5	<5
1,2,4-triclorobenzeno	-	<5	<5	<5
1,3,5-triclorobezeno	-	<5	<5	<5
Somatória para triclorobenzeno (1)	20	< 15	< 15	< 15
1,2,3,4-tetraclorobenzeno (4)	2,5*	<2	<2	<2
1,2,3,5-tetraclorobenzeno (4)	2,5*	<2	<2	<2
1,2-dibromoetano		<5	<5	<5
1,2-diclorobenzeno	1000	<5	<5	<5
1,2-dicloroetano	10	<5	<5	<5
1,2-dicloropropano (3)	80*	<5	<5	<5
1,3-diclorobenzeno		<5	<5	<5
1,4-diclorobenzeno	300	<5	<5	<5
Benzeno	5	<5	<5	<5
Bromoclorometano		<5	<5	<5
Bromodiclorometano		<5	<5	<5
Bromoformio		<5	<5	<5
Bromometano		<5	<5	<5
cis-1,2-dicloroetano	-	<5	<5	<5
trans-1,2-dicloroetano	-	<5	<5	<5
Somatória para 1,2-dicloroetenos (2)	50	<10	<10	<10
Cloreto de Vinila	5	<5	<5	<5
Clorobenzeno	700	<5	<5	<5
Clorofórmio	200	<5	<5	<5
Clorometano		<5	<5	<5
Dibromoclorometano		<5	<5	<5
Dibromometano		<5	<5	<5
Diclorometano	1000*	<10	<10	<10
Estireno	20	<5	<5	<5
Etilbenzeno	300	<5	<5	<5
Metil-t-butil-eter		<5	<5	<5
Tetracloreto de carbono	2	<2	<2	<2
Tetracloroetano	40	<5	<5	<5
Tolueno	700	<5	<5	<5
cis-1,3-dicloropropeno		<5	<5	<5
trans-1,3-dicloropropeno		<5	<5	<5
Tricloroetano	70	<5	<5	<5
Triclorofluormetano		<5	<5	<5
(m+p) xileno		<5	<5	<5
o-xileno		<5	<5	<5
Xileno total	500	<10	<10	<10

Legenda:

(1) somatória para 1,2,3-triclorobenzeno + 1,2,4-triclorobenzeno + 1,3,5-triclorobezeno

(2) somatória para cis-1,2-dicloroetano + trans-1,2-dicloroetenos

(3) Dicloropropano (Lista Holandesa); (4) Tetraclobenzeno (Lista Holandesa)

* Lista Holandesa

4.3.3 Compostos orgânicos semi-voláteis - SVOC

A Tabela 16 apresenta os resultados de SVOC dos PM-01 a 03 instalados na Área 1. Observa-se com os resultados obtidos que não foram quantificados SVOC na água subterrânea.

Tabela 16 - Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valor de intervenção	PONTOS DE COLETA		
		PM-01	PM-02	PM-03
1,2,4-triclorobenzeno	20	< 2	< 2	< 2
1,2-diclorobenzeno	1000	< 2	< 2	< 2
1,3-diclorobenzeno		< 2	< 2	< 2
1,4-diclorobenzeno	300	< 1,5	< 1,5	< 1,5
2,4,5-triclorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2
2,4,6-triclorofenol	200	< 2	< 2	< 2
2,4-diclorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2
2,4-dimetilfenol		< 2	< 2	< 2
2,4-dinitrofenol		< 2	< 2	< 2
2,4-dinitrotolueno		< 2	< 2	< 2
2,6-dinitrotolueno		< 2	< 2	< 2
2-clorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2
2 - Cloronaftaleno		< 2	< 2	< 2
2-metilfenol		< 2	< 2	< 2
3-metilfenol		< 2	< 2	< 2
4-metilfenol		< 2	< 2	< 2
2-metilnaftaleno		< 10	< 10	< 10
2-nitroanilina		< 2	< 2	< 2
2-nitrofenol		< 2	< 2	< 2
3,3-diclorobenzidina		< 1,5	< 1,5	< 1,5
3-nitroanilina		< 2	< 2	< 2
4,6-dinitro-2-metilfenol		< 10	< 10	< 10
4-bromofenil fenil eter		< 10	< 10	< 10
4-cloro-3-metilfenol		< 2	< 2	< 2
4-cloroanilina		< 10	< 10	< 10
4-clorofenil fenil eter		< 2	< 2	< 2
4-nitroanilina		< 2	< 2	< 2
4-nitrofenol		< 2	< 2	< 2
Acenaftileno		< 2	< 2	< 2
Acenafteno		< 2	< 2	< 2
Antraeno	5*	< 2	< 2	< 2
Benzo(a)antraeno	1,75	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Benzo(a)pireno	0,7	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Benzo(b)fluoranteno		< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perileno	0,05*	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranteno	0,05*	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bis(2-cloroetoxi)metano		< 2	< 2	< 2
Bis-(2-cloroetil)eter		< 2	< 2	< 2
2,2-Oxibis(1-cloropropano)		< 10	< 10	< 10
Bis(2-etilhexil)ftalato (1)	8	< 2	< 2	< 2
Butilbenzilftalato		< 2	< 2	< 2
Carbazole		< 2	< 2	< 2
Criseno	0,2*	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tabela 16 (continuação) - Resultados de SVOC na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valor de intervenção	PONTOS DE COLETA		
		PM-01	PM-02	PM-03
Dibenzo(a,h)antraeno	0,18	< 0,18	< 0,18	< 0,18
Dibenzofurano		< 10	< 10	< 10
Dietilftalato		< 2	< 2	< 2
Dimetil ftalato	14	< 2	< 2	< 2
Di-n-octilftalato		< 2	< 2	< 2
Di-n-butilftalato		< 2	< 2	< 2
Fenol	140	< 1	< 1	< 1
Fluoranteno	1*	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Fluoreno		< 2	< 2	< 2
Hexaclorobenzeno	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Hexaclorobutadieno		< 0,75	< 0,75	< 0,75
Hexaclorociclopentadieno		< 2	< 2	< 2
Hexacloroetano		< 2	< 2	< 2
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,17	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Isoforona		< 2	< 2	< 2
Naftaleno	140	< 2	< 2	< 2
Nitrobenzeno		< 2	< 2	< 2
n-nitrosodifenilamina		< 2	< 2	< 2
n-nitroso-di-n-propilamina		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fenantreno	140	< 2	< 2	< 2
Pentaclorofenol	9	< 2	< 2	< 2
Pireno		< 2	< 2	< 2
3,4-diclorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2
2,3,4,5-tetraclorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2
2,3,4,6-tetraclorofenol	10,5	< 2	< 2	< 2

Legenda:

(1) - Dietilxil ftalato (DEHP)

* Lista Holandesa

4.3.4. Bifenilas Policloradas - PCB

A Tabela 17 apresenta os resultados de PCB na amostra de água subterrânea oriunda do PM-04.

Tabela 17 - Resultados de PCB na água subterrânea (µg/L)

Parâmetros	Valor de intervenção	PM-04
2,4,4-triclorobifenil		<0,010
2,2,5,5-tetraclorobifenil		<0,010
2,2,4,5,5-pentaclorobifenil		<0,010
2,3,4,4,5-pentaclorobifenil		<0,010
2,2,3,4,4,5-hexaclorobifenil		<0,010
2,2,4,4,5,5-hexaclorobifenil		<0,010
2,2,3,4,4,5,5-heptaclorobifenil		<0,010
PCBs total (somatória das 7 bifenilas)	3,5	<0,010

Apesar de ter sido quantificado PCB no solo acima do valor orientador de prevenção na campanha de 2006 e na atual, este composto não foi quantificado na água, conforme apresentado na Tabela 17.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados obtidos nesta investigação, pode-se concluir-se que:

- Solo superficial – não foi quantificado nenhum composto acima do valor de intervenção;
- Solo em profundidade - não foi quantificado nenhum composto acima do valor de intervenção;
- Água subterrânea - não foi quantificado nenhum dos compostos analisados acima do valor de intervenção.
- A Área 1, classificada como de maior risco de contaminação não apresentou nenhuma anomalia, tanto no solo quanto na água subterrânea, nos pontos avaliados;

Recomendações:

Como foram quantificados alguns compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) no solo superficial acima do valor orientador de prevenção na Área 2, recomenda-se a avaliação da água subterrânea, nas proximidades dos pontos de sondagem (S1 a S3) para a avaliação da presença de SVOC na água subterrânea nesta área (Área 2).

Recomenda-se também que seja realizada uma campanha de monitoramento em todos os poços instalados para avaliação de metais e semi-metais na água subterrânea e que os poços de monitoramento sejam mantidos e conservados para eventuais monitoramentos esporádicos da água subterrânea da área em questão.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (2001): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, 21th edição.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2001). Manual de gerenciamento de áreas contaminadas. São Paulo – SP.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2005). Revisão dos valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo. Decisão de diretoria 195-2005-E.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1988). Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água.
- Ministério da Saúde (2004). Portaria nº 518 de 24 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.
- NBR 13.895/97: Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 1997.
- NBR-6484/80 - Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos – Método de Ensaio. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 1980.
- NETHERLANDS – Ministry of Spatial Planning Housing and Environmental (2000). The circular on target values and intervention values for soil remediation.
- USEPA – U.S. Environmental Protection Agency (2002). Ground water sampling guidelines for superfund and RCRA project managers – Ground water forum issue paper. Office of Solid waste and emergency response. EPA-542-S-02-001, 53 p.

7. EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Técnica

Patrícia Ferreira Silvério – Química, MSc, Dr

Equipe Técnica

Gabriela Maria Arantes Rodrigues – Tecnóloga em Gestão Ambiental

Flávia Ludimila Molina – Estagiária em Engenharia Química

Gustavo de Castro Santos – Engenheiro hidráulico

Fábio de Barros Lima – Desenhista



ANEXOS

ANEXO 1

FIGURA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA



- ◆ **P01** PONTO DE COLETA DE SOLO SUPERFICIAL DA CAMPANHA DE 03/2006
- ◆ **S1** PONTO DE COLETA DE SOLO SUPERFICIAL DA CAMPANHA DE 03/2007
- ◆ **PM1** POÇO DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA - CAMPANHA 03/2007



Escala Gráfica
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Datum Horizontal: SAD - 69



DEICMAR S.A.

FOTO-CARTA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

<i>Figura</i>	<i>Escala</i>	<i>Tamanho</i>	<i>Data / Versão</i>
única	1:2.500	A3	março/2007



ANEXO 2

RELATÓRIO DE INSTALAÇÃO E PERFURAÇÃO DOS PMS



**NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL
CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.**

**Relatório de Instalação de Poços de
Monitoramento
Deicmar S.A.
NS-261-03-07**

**Endereço: Porto de Santos – Cais do Saboó, Ponto 1 – Saboó
CEP 11085130 – Santos, SP**

Março / 2007

Rua Cayowáá, 1795 – Perdizes – São Paulo – SP - Brasil
• CEP: 01258-011 • Tel.: 5511-3877-1021 • Fax: 5511-3673-5784
contato@northshorebrasil.com.br
www.northshorebrasil.com.br



**NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL
CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. SERVIÇOS EXECUTADOS	1
2.1. Perfuração e instalação dos poços de monitoramento	1
2.1.1. Quantidade de poços de monitoramento	1
2.1.2. Procedimento de perfuração e instalação dos poços de monitoramento	1
2.1.3. Desenvolvimento dos poços	2
2.1.4. Levantamento planialtimétrico	2
2.2. Amostragem de solo para análise química	2
4. RESULTADOS OBTIDOS	3
4.1. Geologia local	3
4.2. Hidrogeologia local	3
5. CONCLUSÃO	3

FIGURAS

1. Croqui do Posto
2. Mapa Potenciométrico – 23/03/2007

TABELA

1. Características dos poços instalados

ANEXO

1. Perfil litológico e construtivo dos poços de monitoramento



NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este relatório apresenta os serviços de instalação de poços de monitoramento e amostragem de solo executados na área da Deicmar S.A., situado na: Avenida Engenheiro Antonio Alves, s/n – Santos (SP).

Durante os serviços foram instalados 4 poços de monitoramento e coletadas 5 amostras de solo superficiais.

A locação dos poços de monitoramento foi apresentada pela empresa Consultoria Paulista de Estudos Ambientais S/C Ltda.

A **Figura 1.** apresenta o croqui da área da Deicmar S.A. bem como a localização dos poços de monitoramento.

2. SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados os seguintes serviços:

- Perfuração de quatro (4) sondagens de 4 polegadas (S-01 à S-04);
- Instalação de quatro (4) poços de 2 polegadas (PM-01 à PM-04);
- Coleta de amostras de solo;
- Determinação da potenciometria local.

2.1. Perfuração e instalação dos poços de monitoramento

2.1.1. Quantidade de poços de monitoramento

Foram perfurados e instalados quatro (4) poços de monitoramento (PM-01 à PM-04). Estes foram alocados pela empresa Consultoria Paulista de Estudos Ambientais S/C Ltda.

2.1.2. Procedimento de perfuração e instalação dos poços de monitoramento

Os poços foram construídos obedecendo à norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13.895 “Construção de poços de monitoramento e amostragem” (Julho/97).

Os poços de monitoramento foram construídos com tubo geomecânico de 2”, seção



NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.

filtrante acima do nível d'água (N.A.), pré-filtro de areia graduada quartzosa arredondada pré-lavada, própria para poços tubulares profundos, e selo de proteção, para prevenir o aporte de eventuais contaminações superficiais, em bentonita e cimento.

A perfuração para instalação dos poços de monitoramento foi feita com trado manual de 4" e bomba sem a utilização de qualquer fluido de perfuração. O material escavado foi caracterizado tátil-visualmente e descrito na forma de perfis litológicos, auxiliando na caracterização geológica da área.

Os poços de monitoramento foram instalados com três metros de seção filtrante sendo dois metros abaixo e um metro acima do NA e o restante revestimento de 2". Os perfis litológicos construtivo das sondagens estão descrito no **Anexo 1**.

2.1.3. Desenvolvimento dos poços

Após a construção dos poços foi realizado o desenvolvimento dos poços de monitoramento através de bombeamento, dos finos gerados durante o processo de perfuração, utilizando-se uma bomba peristáltica Whale.

Entre um poço e outro os equipamentos utilizados para o desenvolvimento dos poços foram lavados com água e detergente neutro.

2.1.4. Levantamento planialtimétrico

Foi realizado o levantamento das cotas das bocas de todos os poços de monitoramento instalados, obtidas através de um referencial de nível (RN), PM-01, arbitrário, e determinadas com utilização de mangueira de nível.

A **Tabela 1**, apresenta as características dos poços instalados.

2.2. Amostragem de solo para análise química

As coletas de amostras para análise química foram feitas com *liner* de PVC. Para este serviço foi feita uma adaptação no amostrador de Terzagui, também conhecida como amostrador bi-partido, onde, no interior do mesmo foi colocado um *liner*, também especialmente fabricado nas dimensões do diâmetro interno do amostrador bi-partido e com comprimento aproximado de 60 cm.

O procedimento adotado consistiu na perfuração com trado manual até a profundidade de 30 cm antes do ponto de coleta (a cada metro). Nesta profundidade foi inserido o conjunto percussivo Standard Penetration Test (SPT) com *liner*, e perfurado até a dimensão do



NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.

comprimento do amostrador, ou seja, a amostra coletada compreendeu o intervalo de 0,7 a 1,3 m, e assim por diante a cada metro (1,7 a 2,3 m, etc.).

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Geologia local

As perfurações efetuadas na área da Deicmar S.A. detectaram a existência de um aterro desde a superfície até a profundidade de aproximadamente 1 metro, seguido de um solo siltoso, intercalados por camadas de areia e argila.

O **Anexo 2.** apresenta os perfis litológicos construtivos dos poços instalados.

4.2. Hidrogeologia local

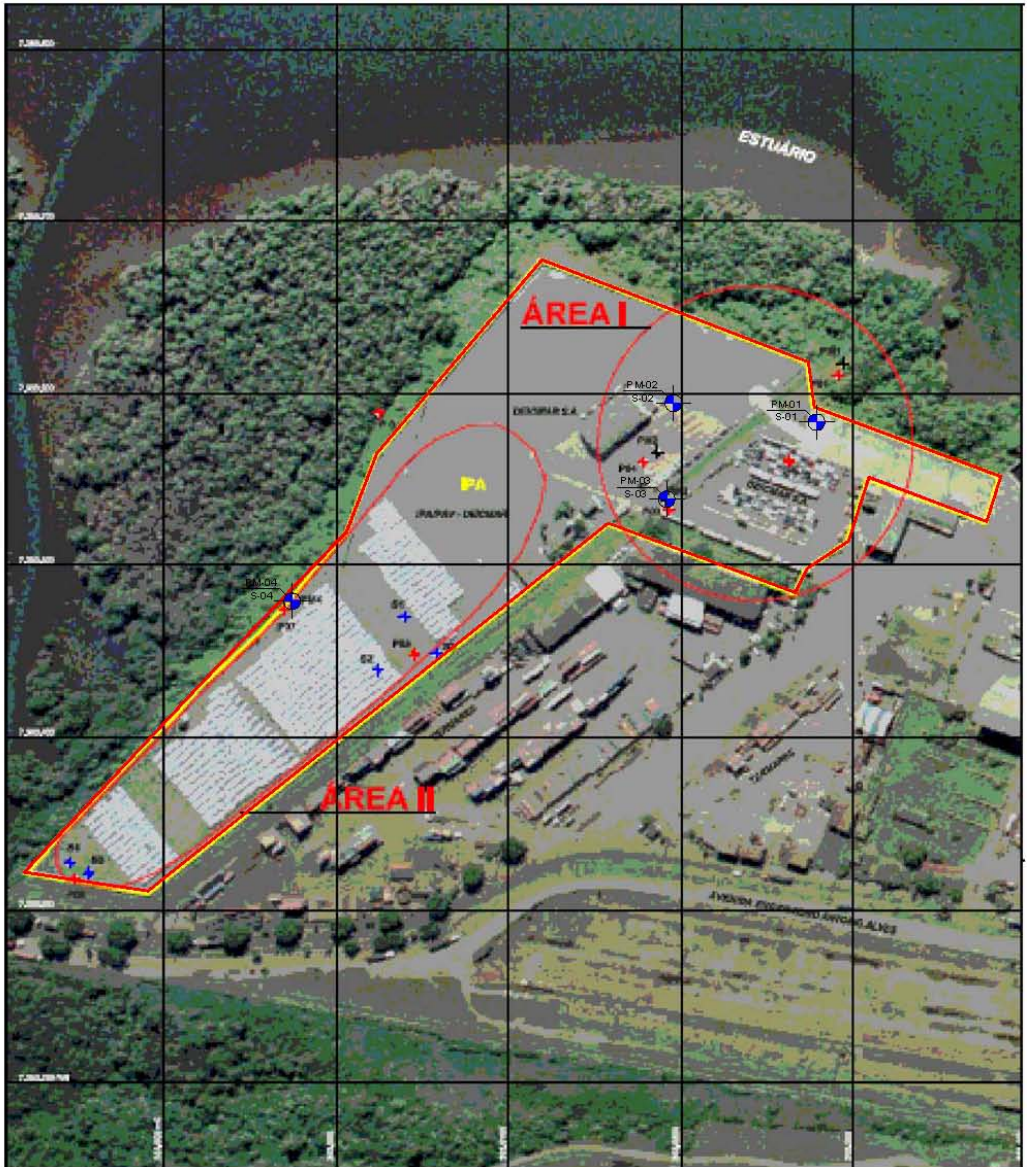
Com os valores das cotas dos poços de monitoramento e das medidas do nível d'água foi determinada a carga hidráulica e elaborado o mapa potenciométrico da área estudada. A **Figura 2.** mostra a direção e o sentido do fluxo da água subterrânea local, que se dá no sentido geral de oeste para leste.

5. CONCLUSÃO

Foram instalados 4 poços de monitoramento não sendo detectada nenhuma irregularidade aparente durante os trabalhos de investigação.

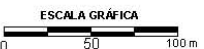
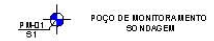
As amostras de solo foram coletadas e enviadas para o laboratório sob a responsabilidade da Consultoria Paulista de Estudos Ambientais S/C Ltda.

Gustavo de Castro Santos
Gerente do Projeto
CREA - 5062406171



**NORTH SHORE ENGINEERING DO BRASIL
CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.**

LEGENDA:



CLIENTE:
CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS
AMBIENTAIS S/C LTDA

ENDEREÇO
Porto de Santos - Cais do Sabão,
Ponto 1 - Sabão
CEP 11085130 - Santos, SP

NÚMERO DO PROJETO:
NS-261

TÍTULO DO DESENHO:
CROQUI DA ÁREA

DATA: MARÇO 2007

NÚMERO DO DESENHO
1

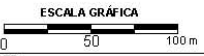
GERENTE DO PROJETO
GUSTAVO SANTOS



**NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL
CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.**

LEGENDA:

-  **POÇO DE MONITORAMENTO
CARGA HIDRÁULICA**
-  **LINHA EQUIPOTENCIAL ETRICA
CARGA HIDRÁULICA**
-  **SENTIDO DO FLUXO DA
ÁGUA SUBTERRÂNEA**
-  **LIMITES DA PROPRIEDADE
DA DEIXAR SA**



CLIENTE:
**CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS
AMBIENTAIS S/C LTDA**

ENDEREÇO
Porto de Santos - Cais do Sabão,
Ponto 1 - Sabão
CEP 11085130 - Santos, SP

NÚMERO DO PROJETO:
NS-261

TÍTULO DO DESENHO:
**MAPA POTENCIOMÉTRICO
23/03/2007**

DATA: MARÇO 2007	NÚMERO DO DESENHO: 2
----------------------------	---------------------------------------

GERENTE DO PROJETO
GUSTAVO SANTOS

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS INSTALADOS								
Deicmar - Santos, SP								
Poço	Profundidade (m)		Diâmetro Instalado (in)	Filtro (m)	Cota (m)	N.A. (m) (23/03/07)	Lâmina (m)	Carga Hidráulica (m)
	Perfurado	Instalado						
PM-01	4,00	4,00	2	3,0	100,00	1,80	0,00	98,20
PM-02	4,00	3,70	2	3,0	100,31	0,41	0,00	99,90
PM-03	3,00	3,00	2	2,5	100,23	1,48	0,00	98,75
PM-04	4,00	4,00	2	3,0	99,84	0,51	0,00	99,33

m = metro
 in = polegadas
 N.A. = nível da água



**NORTHSHORE ENGINEERING DO BRASIL
CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.**

Anexo 1

Perfil litológico e construtivo dos poços de monitoramento

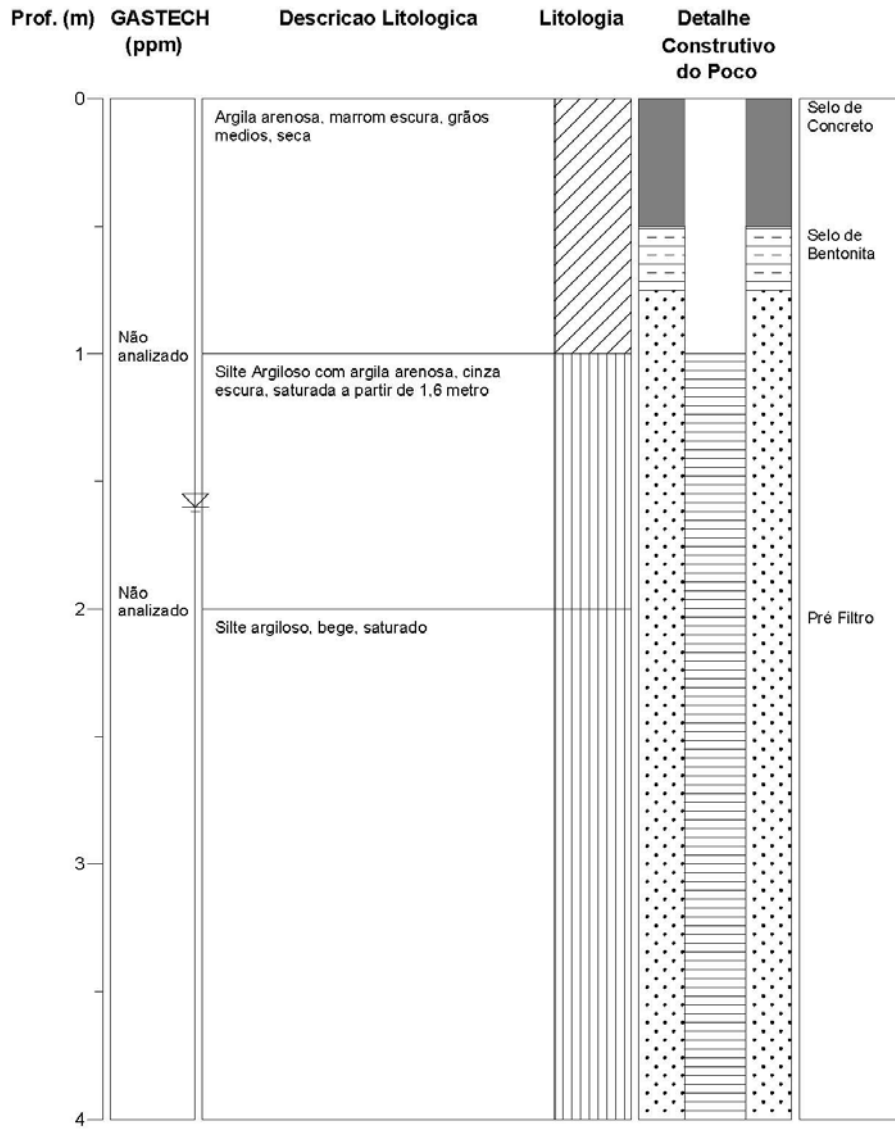
Rua Cayowáá, 1795 – Perdizes – São Paulo – SP - Brasil
• CEP: 01258-011 • Tel.: 5511-3877-1021 • Fax: 5511-3673-5784
contato@northshorebrasil.com.br
www.northshorebrasil.com.br

NorthShore Engineering do Brasil Ltda

Dirigido por: Tec. William Baena
 Cliente: Deicmar S.A
 Santos - SP
 Projeto No.: NS-261
 Data: 21/03/2007

Cia de Perfuração: Anilsondas
 Método de Perf.: Trado Manual
 Prof. Zona Saturada: 1,6 m
 Prof. Total: 4,0 m

Poco No.: S-01 / PM-01
 Dim. do Revestimento: 1 metro de geomecânico 2''
 Dim. do Filtro: 3 metros de geomecânico 2''
 Diâmetro da Sondagem: 4 polegadas

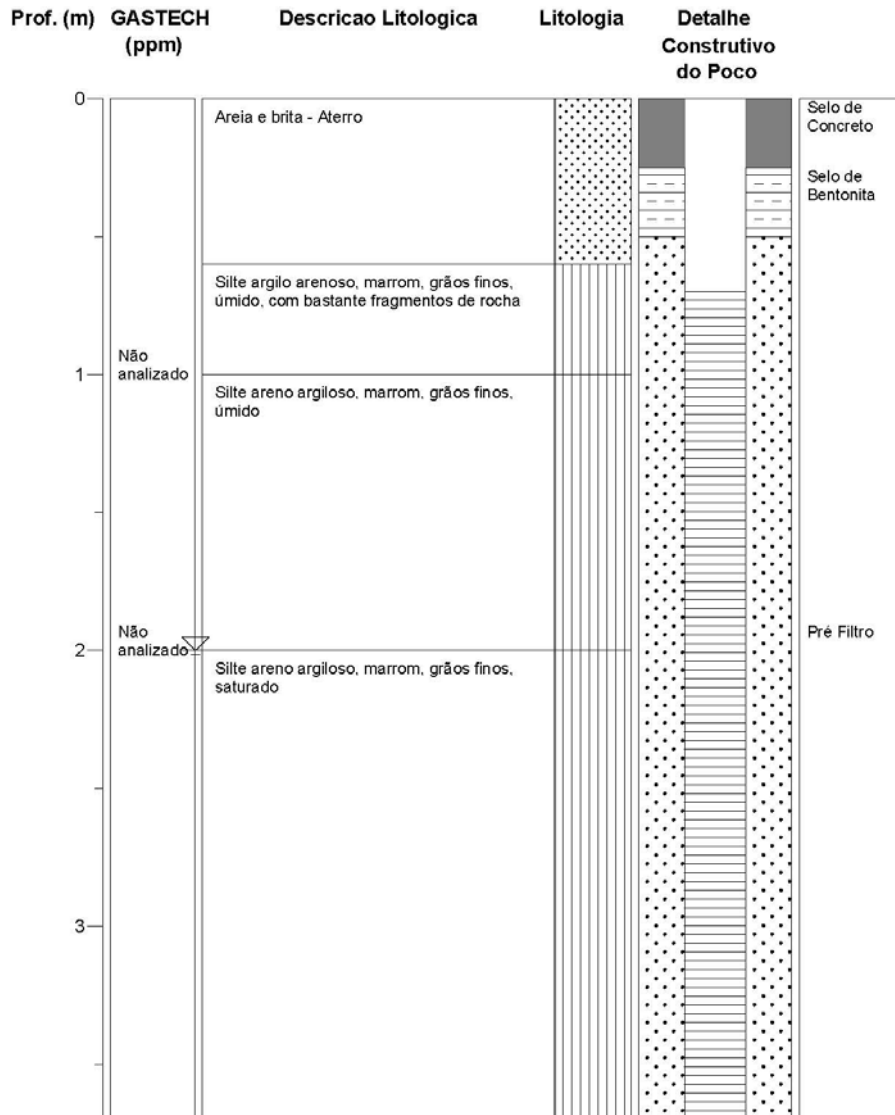


NorthShore Engineering do Brasil Ltda

Dirigido por: Tec. William Baena
 Cliente: Deicmar S.A
 Santos - SP
 Projeto No.: NS-261
 Data: 21/03/2007

Cia de Perfuração: Anilsondas
 Método de Perf.: Trado Manual
 Prof. Zona Saturada: 2,0 m
 Prof. Total: 3,7 m

Poco No.: S-02/ PM-02
 Dim. do Revestimento: 0,7 metro de geomecânico 2''
 Dim. do Filtro: 3 metros de geomecânico 2''
 Diâmetro da Sondagem: 4 polegadas



NorthShore Engineering do Brasil Ltda

Dirigido por: Tec. William Baena

Cliente: Deicmar S.A

Santos - SP

Projeto No.: NS-261

Data: 21/03/2007

Cia de Perfuração: Anilsondas

Método de Perf.: Trado Manual

Prof. Zona Saturada: 1,3 m

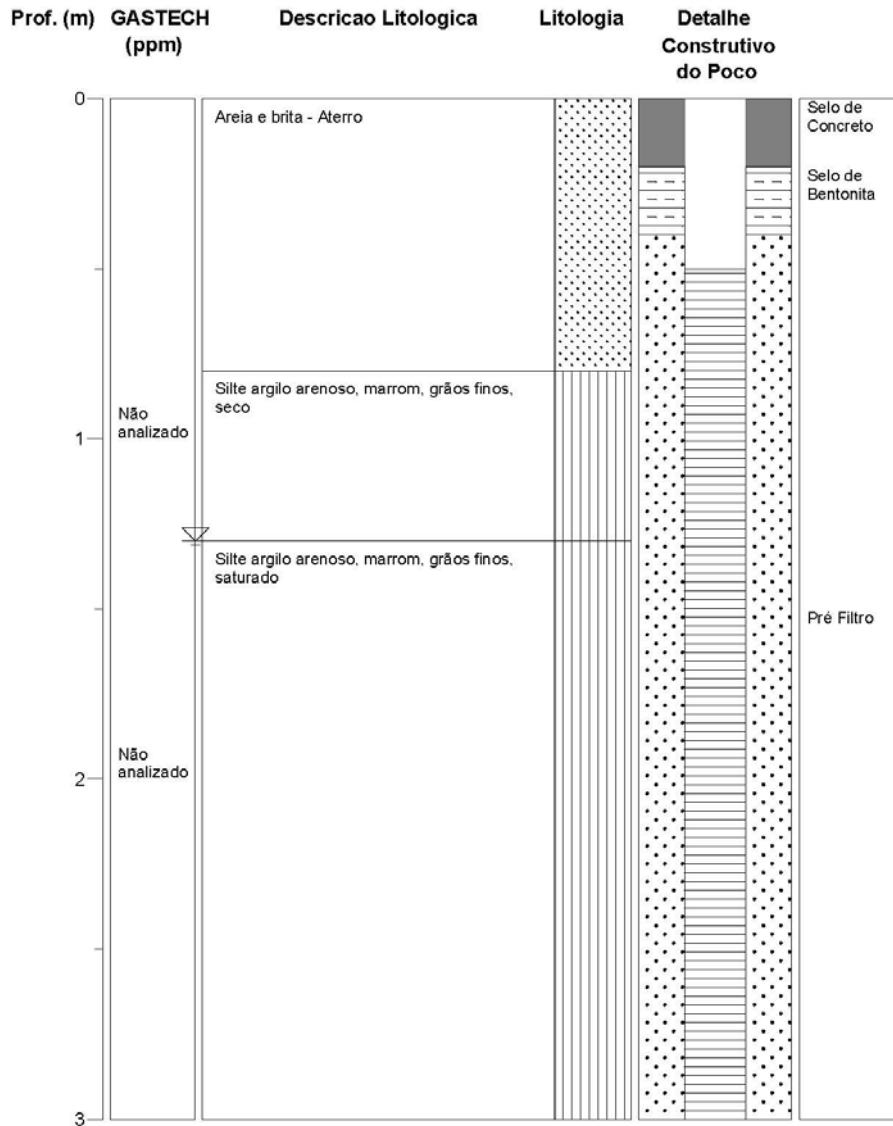
Prof. Total: 3,0 m

Poco No.: S-03/ PM-03

Dim. do Revestimento: 0,5 metro de geomecânico 2''

Dim. do Filtro: 2,5 metros de geomecânico 2''

Diâmetro da Sondagem: 4 polegadas

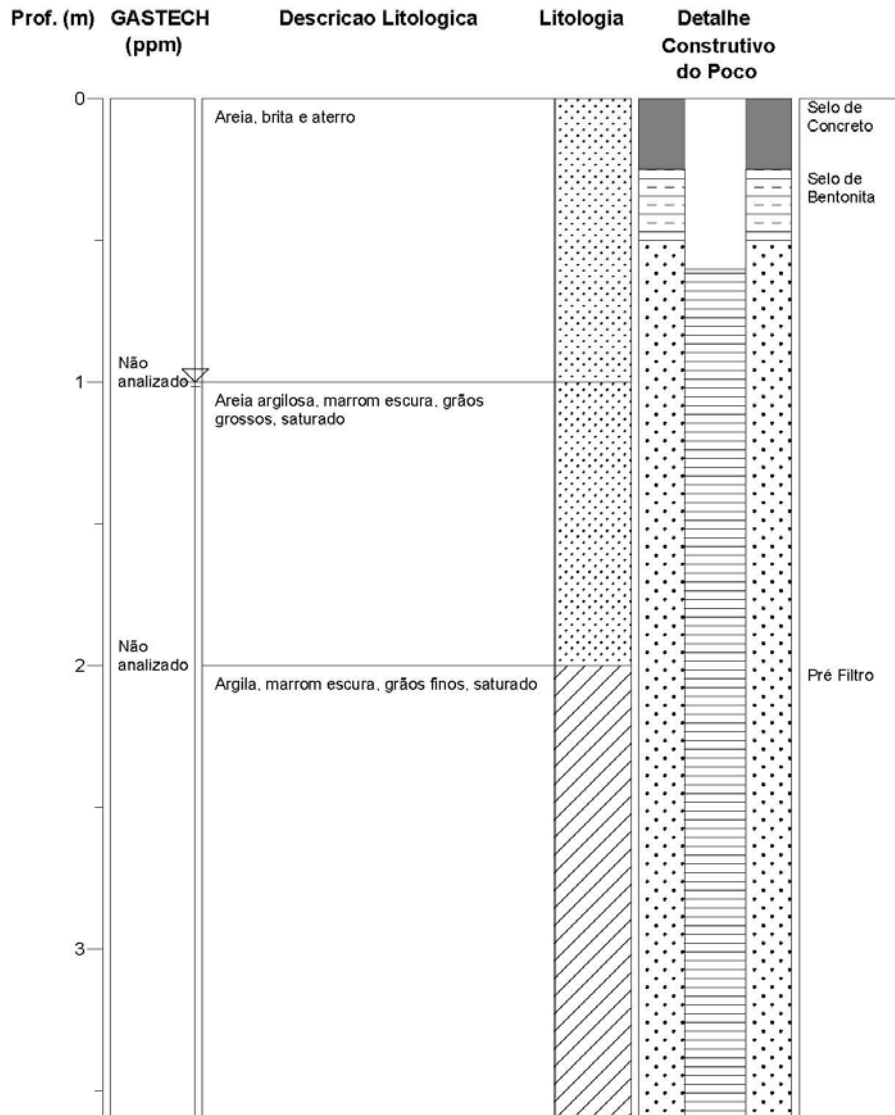


NorthShore Engineering do Brasil Ltda

Dirigido por: Tec. William Baena
 Cliente: Deicmar S.A
 Santos - SP
 Projeto No.: NS-261
 Data: 22/03/2007

Cia de Perfuração: Anilsondas
 Método de Perf.: Trado Manual
 Prof. Zona Saturada: 1,0
 Prof. Total: 3,6 m

Poco No.: S-04/ PM-04
 Dim. do Revestimento: 0,6 metro de geomecânico 2''
 Dim. do Filtro: 3 metros de geomecânico 2''
 Diâmetro da Sondagem: 4 polegadas





ANEXO 3

CADEIAS DE CUSTÓDIA E LAUDOS ANALÍTICOS



ANEXO 4

DOSSIÊ FOTOGRÁFICO



Foto 01 - Local de instalação do PM-01



Foto 02 - Instalação do PM-02



Foto 03 - Instalação do PM-03



Foto 04 - Instalação do PM-04



Foto 05 - Sondagem de solo superficial



Foto 06 - Amostrador do tipo *liner* utilizado para coleta de solo



Foto 07 - Amostragem de água subterrânea com *bailer*



Figura 8 - Amostras acondicionadas em caixa térmica com gelo



ANEXO 5

PROCEDIMENTO PADRÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE CAMPO



MEDIÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS EM CAMPO PELA CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS

CONTROLE DE QUALIDADE DAS MEDIDAS

1. PH

- Método: determinação potenciométrica com eletrodo padrão de hidrogênio e eletrodo de referência (Standard Methods – 4500-H⁺ B – APHA, 1998)
- Equipamento utilizado: Digimed DM-2
- Calibração: A calibração do equipamento é realizada utilizando-se soluções tampão pH 6,86 e 4,01 para a faixa ácida e soluções pH 6,86 e 9,18 para a faixa alcalina.

Parâmetro	Faixa	Soluções Tampões	Lote	Data Fabricação	Data Validade
pH	6,86	DM-S1A	4686	Dez/06	Dez/07
	4,01	DM-S1B	4695	Dez/06	Dez/07

Obs: Após a calibração o equipamento deverá apresentar uma faixa de sensibilidade entre 85 e 100%.

- Frequência de calibração: o equipamento é calibrado previamente à sua utilização e a cada 20 amostras, ou quando são obtidas medidas anômalas
- Ações corretivas para medidas anômalas: re-calibração do equipamento ou utilização de outro equipamento com mesma função
- Reprodutibilidade dos resultados: as medidas são realizadas em triplicata para cada amostra. O número de réplicas deve ser ampliado quando da ocorrência de desvios muito grandes (> 0,4 unidades de pH) e os resultados extremos descartados
- Faixa de trabalho e acuracidade: a faixa de trabalho do equipamento é de pH 0 a pH14 , com precisão de 0,1 unidades de pH e ajuste de compensação da temperatura.
- Procedimentos de limpeza geral e manutenção: previamente e após ao seu uso, o eletrodo é lavado com água destilada e seco com papel macio.
- Amostragem e armazenamento: as amostras não devem ser armazenadas, mas analisadas na coleta. O contato atmosférico e a demora nas análises devem ser minimizados. Quando da leitura, agitar suavemente a amostra com os eletrodos imersos.

2. POTENCIAL REDOX (E_H)

- Método: determinação potenciométrica com eletrodo padrão de hidrogênio e eletrodo de referência (Standard Methods – 2580 B – APHA, 1998)
- Equipamento utilizado: Digimed DM-2
- Calibração: A calibração do equipamento é realizada utilizando-se solução de calibração de 228 mV

Parâmetro	Faixa	Soluções Tampões	Lote	Data Fabricação	Data Validade
Redox	228mV	DM-S7B	4713	Dez/06	Dez/07

Obs: Após a calibração o equipamento deverá apresentar uma faixa de sensibilidade entre 85 e 100%.

- Freqüência de calibração: o equipamento é calibrado previamente à sua utilização e a cada 20 amostras, ou quando são obtidas medidas anômalas
- Ações corretivas para medidas anômalas: re-calibração do equipamento ou utilização de outro equipamento com mesma função
- Reprodutibilidade dos resultados: as medidas são realizadas em triplicata para cada amostra. O número de réplicas deve ser ampliado quando da ocorrência de desvios muito grandes (> 10%) e os resultados extremos descartados
- Faixa de trabalho e acuracidade: a faixa de trabalho do equipamento é de -1400 mV a 1400 mV, com precisão de 1 mV e ajuste de compensação da temperatura.
- Procedimentos de limpeza geral e manutenção: previamente e após ao seu uso, o eletrodo é lavado com água destilada e seco com papel macio.
- Amostragem e armazenamento: as amostras não devem ser armazenadas, mas analisadas na coleta. O contato atmosférico e a demora nas análises devem ser minimizados.

3. CONDUTIVIDADE

- Método: determinação com eletrodo de platina (Standard Methods – 2510 A– APHA, 1998)
- Equipamento utilizado: Bernauer F-1000
- Calibração: A calibração do equipamento é realizada com solução padrão de 1237 uS/cm
- Frequência de calibração: o equipamento é calibrado previamente à sua utilização e a cada 20 amostras, ou quando são obtidas medidas anômalas
- Ações corretivas para medidas anômalas: re-calibração do equipamento ou utilização de outro equipamento com mesma função. As determinações podem ser realizadas pelo laboratório até 20 dias após a coleta.
- Reprodutibilidade dos resultados: as medidas são realizadas em triplicata para cada amostra. O número de réplicas deve ser ampliado quando da ocorrência de desvios muito grandes (> 10 uS/cm) e os resultados extremos descartados
- Faixa de trabalho e acuracidade: A faixa de trabalho é de 0 – 20.000 uS/cm. A precisão do equipamento é de 1 uS/cm.
- Procedimentos de limpeza geral e manutenção: previamente e após o seu uso, o eletrodo é lavado com água destilada e seco com papel macio.
- Amostragem e armazenamento: O contato atmosférico deve ser minimizado.

4. SALINIDADE

- Método: determinação pela condutividade elétrica - refratômetro (Standard Methods – 2520 B – APHA, 1998)
- Equipamento utilizado: Refratômetro AT 10
- Calibração: A calibração do equipamento é realizada ajustando-se o “zero” de salinidade com água destilada
- Frequência de calibração: o equipamento é calibrado previamente à sua utilização e a cada 20 amostras, ou quando são obtidas medidas anômalas
- Ações corretivas para medidas anômalas: re-calibração do equipamento ou utilização de outro equipamento com mesma função. As determinações podem ser realizadas pelo laboratório até 7 dias após a coleta.
- Reprodutibilidade dos resultados: as medidas são realizadas em triplicata para cada amostra. O número de réplicas deve ser ampliado quando da ocorrência de desvios muito grandes (> 10 %) e os resultados extremos descartados
- Faixa de trabalho e acuracidade: A faixa de trabalho é de 0 – 50 ‰. A precisão do equipamento é de 1 ‰.
- Procedimentos de limpeza geral e manutenção: previamente e após o seu uso, o eletrodo é lavado com água destilada e seco com papel macio.
- Amostragem e armazenamento: O contato atmosférico deve ser minimizado, porém a amostra pode ser armazenada por até 7 dias.