

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA
DISPOSIÇÃO DE AREIAS DE FUNDIÇÃO EM
ATERROS NÃO CONTROLADOS-ESTUDO DE CASO**

Cauê Pauli de Araujo

Orientador: Prof. Dr. Joel Barbujani Sígolo (DGSA)

Co-orientadora: Geóloga Lídia A. Senf. Fernandez

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004/03)

TF
A663
CP.a

SÃO PAULO
2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Avaliação de Impacto Ambiental na Disposição de
Areias de Fundação em Aterros não Controlados –
Estudo de Caso**

Caue Pauli de Araujo

Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Joel B. Sigolo _____

Prof. Dr. Paulo César Boggiani _____

Prof. Dr. Fábio Ramos Dias de Andrade _____

São Paulo

2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL NA
DISPOSIÇÃO DE AREIAS DE FUNDIÇÃO EM ATERROS
NÃO CONTROLADOS – ESTUDO DE CASO**

Cauê Pauli de Araujo

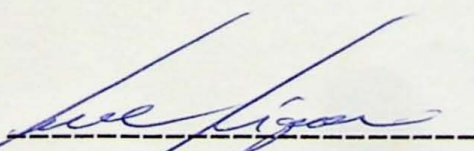


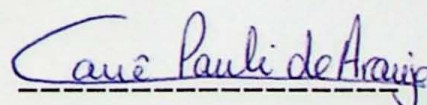
Orientador: Prof. Dr. Joel Barbujianni Sígolo (DGSA)

Co-Orientadora: Geóloga Lídia A. Senf Fernandez

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004-03)

**SÃO PAULO
2004**


Assinatura do orientador


Assinatura do Aluno

DEDALUS - Acervo - IGC



30900016358

TF
A 663
CP.a

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

AValiação de Impacto Ambiental na
Disposição de Areias de Fundação em Aterros
Não Controlados - Estudo de Caso



Cauê Paul de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Joel Baruchian Sigolo (DGSB)
Co-Orientadora: Geóloga Lídia A. Sant'Fermandez

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004-03)

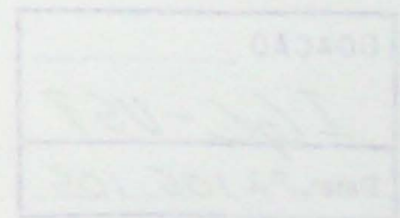
SÃO PAULO
2004


Assinatura do Aluno

Assinatura do orientador

ÍNDICE

1 - IDENTIFICAÇÃO.....	3
2 – RESUMO.....	3
3 - ABSTRACT	4
4 - INTRODUÇÃO	5
5 - METAS E OBJETIVOS.....	6
6 - TRABALHOS PRÉVIOS	7
7 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
8 - DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	13
9 - RESULTADOS OBTIDOS	13
10 - INTERPRETAÇÃO/DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	16
11 - CONCLUSÕES	23
12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26



12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
11 - CONCLUSÕES	23
10 - INTERPRETAÇÃO/DISCUSSÃO DE RESULTADOS	24
9 - RESULTADOS OBTIDOS	27
8 - DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	30
7 - MATERIAIS E MÉTODOS	31
6 - TRABALHOS PREVIOS	32
5 - METAS E OBJETIVOS	33
4 - INTRODUÇÃO	34
3 - ABSTRACT	35
2 - RESUMO	36
1 - IDENTIFICAÇÃO	37

DOAÇÃO
<i>ILG-057</i>
Data: <i>27/06/05</i>

1 - IDENTIFICAÇÃO

Este projeto faz parte da disciplina interdepartamental denominada 044 - 500 Trabalho de Formatura, de caráter obrigatório para a conclusão do curso de Bacharelado em Geologia do Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. O autor é o aluno de graduação Cauê Pauli de Araujo, com orientação do Professor Doutor Joel Barbujianni Sígolo, pertencente ao Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do Instituto de Geociências - USP. Este trabalho foi realizado com o apoio da empresa ASA - Assessoria e Serviços Ambientais, na qual o autor estagiou durante todo o ano de 2004, e contou com a co-orientação da Geóloga Lidia A. Senf Fernandez, formada pelo Instituto de Geociências - USP em 1993.

2 – RESUMO

Este trabalho objetivou buscar informações geológicas e geoquímicas de um aterro industrial disposto com areia de fundição contendo metais como Mo, Zn, Mn, Al, Pb e compostos orgânicos como cloretos, surfactantes e fenóis além de Se e B. Quantificou-se do ponto de vista físico e químico o resíduo sólido no local do depósito bem como suas características granulométricas. Tal depósito tecnogênico possui um volume de 256 000 m³.

As atividades investigativas consistiram de sondagens a trado, mecânica, instalação de poços de monitoramento para amostragem de solo e água subterrânea (metodologia de baixo fluxo na coleta dos poços de monitoramento). Também foram coletadas águas superficiais referentes às duas lagoas próximas a área e uma nascente d'água na base do talude. Os resultados físicos e químicos obtidos foram tratados na forma de diagramas e interpretados, tentando-se estabelecer e identificar o real ou não comprometimento ambiental da área com base em valores de referência da CETESB para os compostos envolvidos (metais diversos nas ferro-ligas e resinas fenólicas).

Dos resultados obtidos, observa-se que o aquífero apresenta alterações em sua condição natural, tornando-se necessário conhecer a fonte geradora destas modificações. Os vetores potenciais destas alterações são o aterro, a lagoa de efluentes e a lagoa próxima a área de pintura. Algumas propostas não convencionais estão sendo aplicadas para controlar o processo de poluição neste caso, tais como controle e monitoramento constante.

Palavras-chave: gestão ambiental, geologia ambiental, areia de fundição, aterro não controlado, caracterização de resíduo sólido.

3 - ABSTRACT

This work aimed for geological and geochemistry dates of an industrial embankment, disposed with foundry sand containing metals like Mo, Zn, Mn, Al, Pb and organic compounds like clorides, surfactant and fenol compouds, beyond Se and B. The solid residue was quantified from physical and chemical point of view *in situ*, as well as it's granulometric distribution. Such tecnogenic deposit has a volume of 256.000 m³.

The researching activities consisted on the execution of manual and mechanical bore holes, installation of monitoring wells for soil and groundwater sampling (being used the methodology of low flow in the collection of the monitoring wells). Superficial waters were also sampled into two ponds near the area and water nascent in the base of the slope. The physical and chemical results obtained were treated shaped in diagrams and interpreted, trying to settle down and to identify the real or not environmental compromising of the area, based on reference values from CETESB to the involved compounds (several metals used in the iron-leagues and fenolic resins).

According to the obtained results, it is observed that the local aquifer presents alterations in your natural condition, becoming necessary to know the generating source of these modifications. The embankment and the two closed ponds inside the industry plant are the potentials vectors for it. Some non-conventional proposes are being applied to control the pollution process in this case, such as control and constant monitoring.

Word-keys: environmental administration, environmental geology, foundry sand, non-controlled embankment, solid residue characterization.

4 - INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Formatura visa avaliar o impacto em solo e água subterrânea de um aterro não controlado, localizado em uma indústria de fundição cuja principal atividade consiste na produção de ferro-liga contendo manganês. Este aterro é resultado da disposição de areia de fundição no solo ao longo de aproximadamente 20 anos, podendo ser considerado como um depósito tecnogênico (depósito sedimentar criado pelo homem). Dessa forma foi executada a caracterização física, química, granulométrica e mineralógica do resíduo sólido (areia de fundição) depositado em aterro não controlado e principalmente sua provável implicação com o meio ambiente (carreamento superficial, influência de corpos d'água próximos, etc.).

A indústria em questão utiliza como principal material primário a sucata de manganês e a de aço carbono, adquirido pela empresa através de terceiros. Já no acerto de cargas, são utilizados minério de grafita, Ferro-silício (Fe-Si) 75%, Ferro-manganês (Fe-Mn), Calcário, Hematita, Cromita e FeSiMn a fim de se obter a proporção ideal entre o ferro, o carbono e o manganês na produção de ligas metálicas.

A areia de fundição é utilizada na realização dos moldes, os quais após serem utilizados são levados para o calcinador (etapa onde 80% ou mais da areia é reutilizada), sendo o restante uma vez por mês (ou menos) levado para um aterro classe II (**Fotografia 01**). Porém, antes do desenvolvimento do sistema de reutilização, toda areia utilizada na fundição era enviada a este mesmo aterro sob condições não controladas, perdurando tal procedimento até o final dos anos 90.



Fotografia 01 – Vista do talude do aterro na porção norte.

A geração deste resíduo implica em duas considerações importantes quais sejam: a primeira de que este procedimento ao longo de algumas dezenas de anos tenha criado condições favoráveis a impacto ambiental por esse material, cujo destino tem sido muito diversificado incluindo disposição em aterros industriais Classe I e Classe II ou até disposição no solo dentro das próprias fábricas; a segunda de que se torna fundamental a necessidade de uma investigação preliminar que permita diagnosticar com segurança se estes materiais ali dispostos venham ou não impactar a área circunjacente.

Se assim for verdadeiro, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas que recuperem as propriedades funcionais da areia para que ela retorne ao processo ou a remediação/reabilitação da área, sendo a geração deste resíduo minimizada/anulada e venha a se propor e indicar as evidências do impacto gerado se verdadeiramente diagnosticado.

Com o decorrer do processo de fundição, o material fundido entra em contato com a areia do molde, podendo contaminá-la com metais, além dos fenóis provenientes das resinas de coesão. O contato humano com essas resinas pode acarretar: irritação, desidratação e vermelhidão da pele, além de dermatite; irritação, vermelhidão e lacrimação dos olhos, bem como de visão turva; pode ocorrer ainda irritação da mucosa respiratória e nasal; por ingestão podem ocorrer náuseas, diarreia, cefaléia e, se ingerido em grande quantidade, pode acarretar coma e morte. Cronicamente, o contato com esses fenóis produz anormalidades no fígado, danos nos rins e na visão. CETESB (2000)

Como desde a década de 60 até o final da década de 90 a indústria descartava a areia de fundição em um aterro não controlado, deve-se estudar e caracterizar este resíduo sólido, considerando principalmente a existência de metais e fenóis.

5 - METAS E OBJETIVOS

Os principais objetivos do presente projeto foram: caracterizar o resíduo sólido em questão (areia de fundição) como se encontra no local do depósito; conhecer melhor as características físicas, químicas, granulométricas nesta região. De posse dos resultados tentou-se estabelecer e identificar-se o real ou não comprometimento ambiental da área com base em valores de referência (CETESB, 2000) e de algumas portarias do Ministério da Saúde (Portaria 518 do MS) para os compostos envolvidos, principalmente os utilizados nas ferro-ligas. Dessa forma, novas alternativas e informações surgiram com este estudo, visando otimizar a gestão ambiental deste potencial passivo ambiental.

6 - TRABALHOS PRÉVIOS

Raríssimos trabalhos foram realizados entrelaçando os temas areia de fundição, impacto ambiental e geologia ambiental, predominando trabalhos de pesquisa sobre métodos para a reutilização da areia de fundição e suas características para o emprego em diferentes tipos e tamanhos de moldes.

Os primeiros trabalhos bibliográficos especificamente sobre areia de fundição começaram com Brosch (1952) com o título "Areias de Fundição", onde apresentava as principais características, os tipos (natural *versus* sintética), sua classificação, resinas e aglomerantes, os preparos e ensaios, bem como problemas relacionados ao assunto. Também considera-se de grande importância conhecer a qualidade da areia empregada, dada à sua influência sobre a qualidade da peça. Segundo este mesmo autor, a areia condiciona a velocidade de resfriamento da peça, daí resultando um mesmo metal apresentar várias estruturas quando fundido em areias diferentes do ponto de vista tecnológico.

O tema areia de fundição desde então tem sido abordado cada vez mais em seminários e congressos do ramo da fundição, pois se tem aumentado muito a preocupação com a geração deste resíduo sólido devido ao seu grande potencial de contaminação. Dessa forma, muitos trabalhos de pesquisa foram realizados com o objetivo de minimizar os resíduos sólidos gerados através do reaproveitamento da areia. Entre eles destacam-se os trabalhos de Mariotto (2001) do Instituto de Pesquisa e Tecnologia - IPT (relacionados a uma unidade móvel de regeneração de areia de fundição, entre outros) apresentados em seminários e em revistas de metalurgia, minérios e metais. Também deve ser citada a dissertação de mestrado de Matos (1997), intitulada "*Proposta de minimização de resíduos sólidos industriais: estudo de caso com areia de fundição*".

A partir de diversas fontes de investigação, dentre elas as eletrônicas, encontrou-se em página eletrônica um projeto do IPEN que trata do reaproveitamento de até 90% da areia de fundição por processamento térmico controlado e um caso publicado em julho de 2002 também em jornal eletrônico sobre o caso da indústria Romi no interior de São Paulo que substituiu a areia com resina fenólica por areia verde (misturada com um ligante que pode ser bentonita, outros aditivos e água) para facilitar a recuperação da areia por processo mecânico à temperatura ambiente.

A areia de moldagem corresponde ao maior volume de resíduos gerados pela Indústria de Fundição, com características diferenciadas, em função das peculiaridades de cada processo utilizado. Dados da Associação Brasileira de Fundição (ABIFA) indicam que o Brasil gera mais de um milhão de toneladas anuais, correspondendo a mais de três

quartos do total de resíduos sólidos gerados pela Indústria de Fundição (Mariotto, 2001). A areia de fundição é classificada, segundo os critérios da NBR 10004 (ABNT, 1987), como resíduo Perigoso (Classe I) ou como não Inerte (Classe II), dependendo do processo de moldagem / macharia empregado (ABIFA, 1999).

A pesquisa bibliográfica realizada por livros técnicos demonstrou uma grande influência portuguesa na área da fundição, sendo o principal deles conhecido por "*Tecnologia da Fundição*", de Ferreira (1999). Segundo ele "a fundição tem como objetivo fundamental dar forma geométrica adequada ao metal, vertendo-o no estado fundido em uma cavidade feita no interior de uma moldação, para após solidificação se obter a peça moldada. Esta técnica consiste essencialmente na aplicação do princípio clássico de Arquimedes de que: o líquido toma a forma do vaso que o contém". Neste trabalho estão as principais técnicas de fundição, os passos para a produção e até noções para o seu gerenciamento. Aborda o tema areia de fundição ao classificar moldagem, como "técnica de fundição para encalque e compactação de um material refratário (areia por exemplo) com aglomerante (resina por exemplo) sob um modelo para a obtenção do molde na moldação".

Apenas dois trabalhos com enfoque mais geológico foram identificados pela pesquisa bibliográfica. Na dissertação de mestrado de Tandel, (1993), constam os parâmetros determinados e recomendados pela CEMP (Comissão de Estudos de Matéria-prima) da ABIFA (Associação Brasileira de Fundição) para a utilização da areia na fundição. Já na página eletrônica do Instituto Ekos Brasil (www.ekosbrasil.org/seminario) está publicado o trabalho "*Remediação e Adequação de Depósitos de Areia de Fundição em Santa Catarina*" dos autores Redondo e Souza (2003). Este trabalho apresenta os principais problemas, medidas de remediação aplicadas e as conclusões do diagnóstico, estando intimamente relacionado ao propósito deste trabalho de formatura.

7 - MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi realizada a pesquisa de material bibliográfico já publicado, referente ao assunto em questão, verificando-se neste início de pesquisa que tais referências são escassas se considerarmos bibliografias com enfoque geológico na caracterização e análise de impacto ambiental em depósitos de areias de fundição. Em seguida, bases topográficas e fotos aéreas (em forma de fotos aéreas ilustrativas da empresa, sem escala definida, com datas variando de 1980 até o presente) foram utilizadas tanto para localização dos pontos de amostragem quanto para definição de estratégias, os quais serviram para estabelecer a dimensão (volume, profundidade e distribuição espacial) do corpo depositado. Após o dimensionamento do corpo foram efetuadas sondagens a fim

de acumular dados suficientes para realizar um esboço da condição geológica da área além de determinar possíveis áreas fontes de contaminantes.

As sondagens foram realizadas a trado manual de 4" de diâmetro, tiveram profundidade de 2,2 a 3m, sendo as amostras de solo enviadas ao laboratório (que não pode ser citado) para análise quanto a metais (Sb, As, Be, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Ag, Se e Zn). Para as sondagens destinadas ao estudo do possível carreamento superficial do resíduo foi utilizado um trado manual de 1,0" de origem holandesa e sacos plásticos do tipo "zip" de polietileno para coleta de amostras localizadas em áreas contíguas ao aterro. **(Fotografia 02)** Estas amostras seriam analisadas no laboratório de Química do GMG no Instituto de Geociências da USP, porém não poderiam ser analisadas no prazo adequado para serem consideradas neste trabalho de formatura.

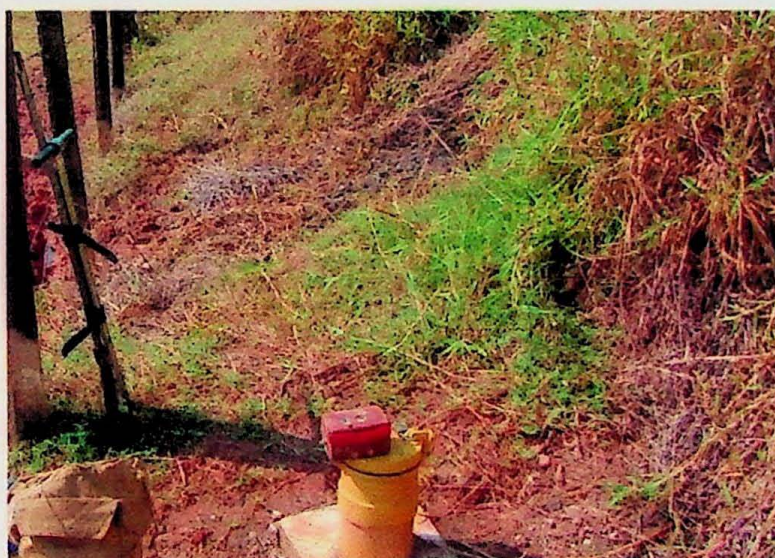


Fotografia 02 – Tradagem manual em área contígua ao aterro.

Quanto ao estudo da água subterrânea, este foi iniciado com a execução de seis poços de monitoramento (PM), distribuídos de forma a cobrir as principais porções do corpo, sendo um como branco de comparação (PM-5). Os quatro primeiros poços de monitoramento (PM-01 ao PM-04) foram instalados através de sondagem a trado mecânico (ilustrado na **Fotografia 03**), sendo o trado manual de 4" utilizado na instalação dos PM's 5 e 6. Todos os poços possuem 2" de diâmetro e foram desenvolvidos por meio de *bailer* descartável logo após a instalação. Os perfis descritivos destes poços encontram-se anexado (ANEXO 8). A **Fotografia 04** apresenta um dos poços de monitoramento, onde foram utilizados filtros e revestimentos geomecânicos, pré-filtro, selo de bentonita, cap de fundo e tampa hermética de pressão. Sobre o poço, o topo-fio utilizado para a demarcação das sondagens.



Fotografia 3: Sondagem a trado mecânico para instalação do PM-01.



Fotografia 04 – Poço de Monitoramento PM – 4.

O ANEXO 7 corresponde ao Mapa de Atividades, onde estão localizadas espacialmente as sondagens executadas, os poços de monitoramento e as trincheiras realizadas.

Tendo como objetivo principal proporcionar uma maior qualidade e representatividade da água subterrânea, a amostragem do monitoramento nas campanhas 3, 4 e 5 foi executada aplicando-se a tecnologia de amostragem a baixo fluxo ($<100\text{mL/min}$), o que proporciona uma menor interferência na condição de equilíbrio do poço. Isto resulta em amostras com baixa turbidez e de maior representatividade, características que são essenciais ao planejamento de estudos referentes a ações futuras.

O equipamento utilizado nesta amostragem foi uma bomba pneumática de bexiga (*bladder*) modelo *SamplePro Pump 3/4"* controlada por um controlador portátil MP15, a qual foi conectada por mangueiras de polietileno descartáveis a uma célula de fluxo de teflon. Nesta célula os parâmetros oxigênio dissolvido, condutividade elétrica (CE), pH, e Eh da água foram medidos até mostrarem-se estáveis, ou seja, apresentarem uma variação inferior a 10%, em três medidas consecutivas, exceto para o pH, para o qual a variação desejada é de 5%.

Ressalte-se que foram utilizadas mangueiras descartáveis de polietileno para a captação da água dos poços, sendo utilizado um lance de mangueira para cada poço de monitoramento. Tal procedimento elimina a possibilidade de contaminação cruzada e reduz o tempo gasto na amostragem. Antes de cada amostragem foi procedida a desmontagem completa da bomba para descontaminação da seguinte forma: lavagem com água potável, lavagem com solução (10%) de detergente neutro (Alconox), enxágüe com água potável e enxágüe com água destilada. O procedimento adotado nesta etapa foi regido pelas diretrizes aplicáveis do Guia de Preservação e Coleta de Amostras da CETESB (CETESB, 1987). Com a finalidade de controle de interferência na amostra durante o processo de coleta, incluiu-se uma amostra de referência ou branco de equipamento, que constitui água destilada e/ou deionizada passada pelo amostrador (micropurga) e acondicionada em frasco fornecido pelo laboratório, seguindo-se o mesmo procedimento de acondicionamento das amostras de água subterrânea.

No local da coleta de água subterrânea foram medidos com o auxílio de equipamento da marca DIGIMED temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH. Para a análise química da água no laboratório de análises foi utilizada a metodologia USEPA (EPA - *Environmental Protection Agency* - Estados Unidos da América):

- Metais pesados: 6010B/3050B;
- Fenóis totais: 8270;
- PAH (hidrocarbonetos poliaromáticos): 8021B;
- TPH (hidrocarbonetos derivados de petróleo totais): 8015B;
- SVOC (compostos orgânicos semi-voláteis): 8270C;
- Via Clássica (pH, alcalinidade, dureza, sulfato, surfactantes, nitrogênio e nitrato): 2510B / 2340C / 300.1 / 2320B.

A amostragem e determinação da composição química do resíduo sólido fornecem informações sobre a atuação desse material como retentor de metais pesados. Inicialmente a coleta de resíduos foi realizada em duas alíquotas: uma composta, rotulada R-1 (blend/composto), obtida de 5 sondagens de 1 metro de profundidade distribuídas na superfície do depósito de resíduos; e uma amostra simples, rotulada R-2 (simples), obtida

de 1 sondagem de 2m de profundidade. No dia 03/09/04 foram realizadas três trincheiras no aterro com o auxílio de uma retro-escavadeira, onde foram coletadas mais três amostras na primeira trincheira (T1) sendo uma na base (T1-Base, horizonte aterro/solo), uma no topo e uma no centro (T1-2m e T1-1m respectivamente). **(Fotografia 05)**



Fotografia 05: Trincheira 1 realizada no aterro, entre o PM-1 e o PM-4.

As amostras foram acondicionadas nos frascos fornecidos pelo laboratório de análises e os resultados encontram-se no ANEXO 2. Nesta última amostragem após a execução da trincheira, optou-se pelo uso de um trado de origem holandesa com 1" de diâmetro por ser mais leve, de fácil manuseio/transporte e rapidez. Para a subamostragem e armazenamento das subamostras, foi empregado espátula e sacos de polietileno fechados do tipo "zip". Os equipamentos de polietileno e teflon são os mais utilizados na coleta e armazenamento de amostras para a detecção de metais pesados, pois esses não as contaminam.

Etapas dos Trabalhos de Campo

- a) Observação inicial das características da área do terreno;
- b) Etapa de reconhecimento para definir pontos de amostragens de solo em diferentes fases de alteração, do resíduo e de águas superficiais próximas ao aterro;
- c) Identificação dos locais mais apropriados para instalação dos PMs;
- d) Amostragem dos pontos estabelecidos na etapa anterior;

8 - DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades no *site* em estudo tiveram seu início no segundo semestre de 2002 pela ASA - Assessoria e Serviços Ambientais, com instalação de 4 poços de monitoramento e sondagens para amostragem de solo e do resíduo. Posteriormente foram instalados os PM's 5 e 6 com trado manual, aprofundando o estudo.

Em junho de 2004 foi realizado o primeiro trabalho de campo para o reconhecimento do *site* e programação das atividades a serem realizadas, como coleta de amostras, execução de trincheiras e novas campanhas de amostragem de água subterrânea. Observou-se também a necessidade de coletarmos amostras de água superficial das lagoas de montante/jusante e de uma nascente d'água localizado próximo ao PM-4, a qual foi realizada em 28/10/04.

No segundo trabalho de campo foram executadas sondagens com trado tipo holandês 1,0" para reconhecimento de feições sub-superficiais nas adjacências do aterro e um possível carreamento superficial. Também foram realizadas três trincheiras com máquina retro-escavadeira, para análise da estratigrafia interna do corpo bem como coleta de amostras do seu interior. Dessa forma foram coletadas as amostras do resíduo T1 – 2m (mais próximo da superfície), T1 – 1m (no meio da trincheira) e T1 – BASE (solo logo abaixo do aterro, de composição predominantemente argilosa). (ANEXO 2).

Diversas lâminas delgadas foram confeccionadas com o objetivo de avaliar as condições de porosidade e permeabilidade das areias de fundição empregando o Analisador de Imagens Leica Q500MC existente no laboratório de análises mineralógicas do Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do IGc (Instituto de Geociências – USP). No entanto, tal equipamento apresentou defeito operacional, inviabilizando assim esta investigação.

Mesmo com os acontecimentos relacionados com a paralisação das atividades no Instituto de Geociências e as demais unidades da USP neste ano de 2004, o cronograma apresentado no Relatório de Progresso foi seguido e as atividades foram realizadas como previsto no início do projeto. Entretanto, houve prejuízos em termos de análises laboratoriais de solo e atrasos nos trabalhos de campo devido ao não funcionamento dos laboratórios responsáveis e pela falta de veículos respectivamente.

9 - RESULTADOS OBTIDOS

Todos os resultados obtidos serão descritos a seguir, sendo que a grande maioria dos dados brutos e os mapas confeccionados estão anexados ao trabalho.

Mapa Potenciométrico

O mapa potenciométrico atual da área em estudo também foi gerado. Utilizando-se um medidor elétrico para a medição dos níveis d'água (N.A.) nos poços de monitoramento, foi determinada a profundidade do N.A. em cada ponto, em relação à cota da boca do poço. O conjunto dos níveis potenciométricos pontuais de uma determinada área reflete a superfície potenciométrica. Na Tabela 1 a seguir são apresentados os dados potenciométricos dos poços de monitoramento nas diferentes datas de amostragem de água subterrânea.

Tabela 1: Relação das cotas dos poços e das cargas medidas nas cinco campanhas. Os valores relativos a C1, Ream, C2, C3, C4 e C5 são referentes aos NA's medidos em cada campanha.

Ponto	Cota da Boca do Tubo (m)	C 1	Ream.	C 2	C 3	C 4	C 5	Campanha 5 Cota relativa do NA
PM-1	579,072	7,15	6,23	6,19	7,16	6,44	6,46	572,612
PM-2	574,561	4,65	4,19	3,45	4,56	4,21	4,09	570,471
PM-3	579,281	8,18	7,03	5,30	7,84*	7,23	7,38	571,896
PM-4	578,274	8,45	7,36	6,11	8,20*	7,67	7,55	570,719
PM-5	579,865					4,00	0,75	579,112
PM-6	570,532					0,98	0,65	569,882

C1 = Campanha 1 11/10/02, Reamostragem 04/12/02, C2 = Campanha 2 14/03/03 C3 = Campanha 3 16/07/03, C4 = Campanha 4 17/12/03 e C5 = Campanha 5 25/05/04.

Com base nos dados obtidos na amostragem de água subterrânea efetuada em maio de 2004 (Campanha 5) foi gerado 1 (um) mapa potenciométrico (ANEXO 3), cujas principais características são:

- Verifica-se fluxo de água subterrânea com sentido de sul para norte e noroeste.
- As curvas potenciométricas apresentam cargas relativas, com curvas regulares, que variam de 579m ao sul da área (PM-5) a até 569m a noroeste da área (PM-6).

- c) Comparando os resultados de potenciometria desta campanha com a anterior, observa-se de forma geral pouca variação de carga hidráulica nos poços, a exceção do PM-05 que sofreu uma expressiva elevação em seu nível d'água (de 4,00m para 0,75m, possivelmente por influência da lagoa próxima a ele). Mesmo com essa alteração o mapa potenciométrico não foi muito alterado em relação ao sentido de fluxo, porém a velocidade deste foi alterada em decorrência do aumento da diferença de carga hidráulica entre o PM-05 e os demais poços.

Solo

Os resultados das amostras de solo denotaram a presença no solo em níveis superiores aos limites de referência da CETESB e/ou do Padrão Holandês de Berílio, Cádmio, Chumbo, Cromo e Níquel. Com exceção do Níquel, todos os outros metais aparecem em concentrações similares no solo, indicando que esses valores devem ser correspondentes a anomalias naturais presentes no solo local (ANEXO 1).

Resíduo

O aterro em estudo, composto por sedimentos de caráter tecnogênico (areia de fundição em sua maioria) foi amostrado e seus resultados encontram-se no ANEXO 2. Tentou-se comparar os resultados obtidos com os valores de referência CETESB para solos devido ao fato de terem sido adicionadas ao longo de sua formação camadas de solo natural com espessuras variadas, bem como desenvolvidas atividades de plantio para estabilização do talude. Este ANEXO 2 demonstra que alguns metais tóxicos estão acima dos valores de alerta, outros próximos ao limite e, no caso do Zinco, duas vezes acima do limite de intervenção. Exibe também os valores de elementos maiores como Mn, Al, Fe e outros.

Águas superficiais

Existem dois corpos de água superficial no interior da propriedade da indústria: a Lagoa de Tratamento de Efluentes (Área 2), à jusante do aterro e a Lagoa próxima a pintura (Área 1), à montante do aterro. Um fio d'água próximo ao PM-4 também foi identificado, o qual acredita-se ser composto pela água que percola o aterro. As informações obtidas foram as seguintes:

a) Lagoa de Tratamento de Efluentes

São realizadas análises laboratoriais pela indústria com certa frequência, necessárias para verificação da eficácia do sistema de tratamento de efluentes da indústria. Os resultados foram interpretados na forma de diagramas (ANEXO 4) e o laboratório em que foram analisadas as amostras não pôde ser divulgado.

b) Lagoa próxima a pintura

Esta lagoa foi amostrada pela primeira vez e não apresentou resultados acima dos valores de referência da CETESB.

c) Nascente d'água próxima ao PM-4

Localizada próxima ao PM-4, no sentido a plantação à jusante do aterro, este pequeno fio d'água apresenta-se com muitos valores anômalos, apresentando-se como uma preocupante via de exposição aos contaminantes nele presentes.

Água Subterrânea

Quanto aos resultados das amostragens de água subterrânea, encontra-se anexado ao projeto uma tabela de dados (ANEXO 5) correlacionando-os aos respectivos poços de monitoramento amostrados. Estes resultados foram utilizados na execução dos diagramas que serão discutidos a seguir (Campanhas C1, Ream, C2, C3, C4 e C5).

Observa-se algumas modificações na qualidade da água subterrânea em relação aos valores de referência CETESB, sendo os principais elementos chumbo, alumínio, boro, molibdênio, ferro, manganês, selênio, fluoretos, sódio, nitratos e surfactantes.

10 - INTERPRETAÇÃO/DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação à qualidade do solo, ao comparar-se os resultados das amostras de solo coletadas e do resíduo, observa-se que apenas Chumbo, Cromo e Níquel estão presentes em ambos. Sendo assim, a presença no solo nas proximidades do aterro em níveis superiores aos limites de referência da CETESB de Berílio e Cádmiio possivelmente está relacionada a uma outra fonte potencial (não relacionada ao aterro). Com exceção do Níquel, todos os outros metais aparecem em concentrações similares no solo, indicando que esses valores devem ser característicos e naturais no solo da região.

Quanto à amostra de água superficial coletada referente a nascente d'água destaca-se a presença de fluoreto (13,6mg/L), alumínio (0,28mg/L), surfactantes (0,6mg/L), boro (3,86mg/l) e molibdênio (1,59mg/L) todos acima dos valores de referência da Portaria 518

de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. É importante também citar a presença de sódio (197mg/L), quase no limite máximo permitido pela Portaria supracitada (200mg/L). Outros parâmetros também se encontram acima dos valores de referência, como coliformes totais, coliformes fecais, cloro residual, cor aparente, sólidos totais dissolvidos e turbidez.

Os resultados da análise referente à lagoa de jusante (onde é realizado o tratamento de efluentes) denotaram a presença dos seguintes parâmetros: alumínio (0,33mg/L), ferro (0,53mg/L) e manganês (0,53mg/L) acima dos limites da Portaria 518 do MS. Dentre os compostos orgânicos voláteis analisados foi detectada a presença de Disulfeto de Carbono, com concentração de 0,018mg/L. Quanto aos hidrocarbonetos poli-aromáticos (PAH's) e os fenóis analisados, destacam-se naftaleno (0,00009mg/L) e 4-Metilfenol (0,0005mg/L) respectivamente. Foram detectados também compostos de "petróleo total" (TPH's) na faixa do Kerosene (0,06mg/L), na faixa do Diesel (0,19mg/L) e na faixa do Óleo Lubrificante (0,33mg/L).

Já os resultados da análise referente à lagoa de montante (ao lado da área de pintura) não indicaram nenhuma anomalia quanto aos parâmetros metais, compostos orgânicos voláteis, hidrocarbonetos poli-aromáticos (PAH's), fenóis e os compostos de "petróleo total" (TPH's).

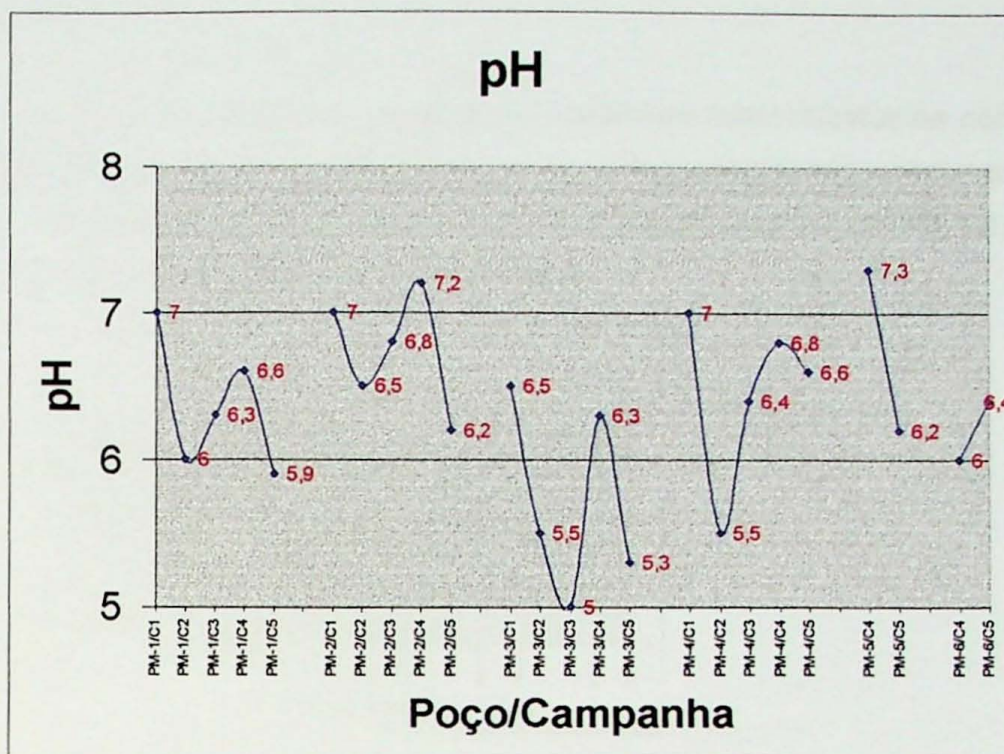
Seguem a seguir os diagramas confeccionados para a interpretação dos resultados das cinco campanhas de amostragem de água executadas. No decorrer do texto foram apenas abordados os resultados que se encontram acima dos valores de referência CETESB. Os demais diagramas encontram-se em anexo (ANEXO 6). Para todos os diagramas considerar:

C1 = Campanha 1: 11/10/02, Reamostragem: 04/12/02, C2 = Campanha 2: 14/03/03 C3 = Campanha 3:16/07/03, C4 = Campanha 4: 17/12/03 e C5 = Campanha: 5 25/05/04.

Variação do pH na água

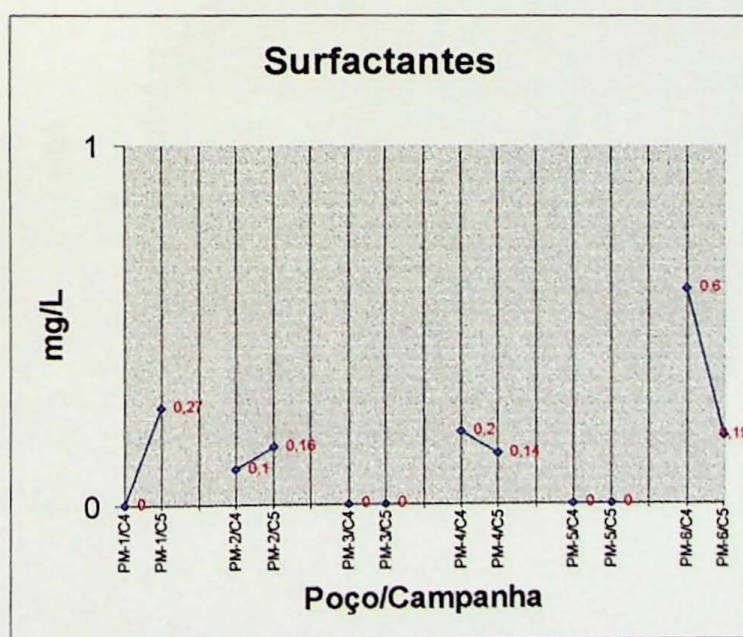
Analisando as cinco campanhas de amostragem, observa-se que o comportamento do pH na água é um tanto homogêneo entre os poços, apresentando queda, seguida por aumento gradativo entre as campanhas 3 e 4 e nova queda na última campanha (Campanha 5). Este comportamento só não foi observado no PM-06, indicando uma possível influência diferenciada dos demais poços de monitoramento (a ser analisada futuramente).

No contexto geral, os valores de pH estão ligeiramente ácidos (especialmente no PM-03), apresentando-se fora dos padrões de qualidade CETESB em algumas campanhas/poços.



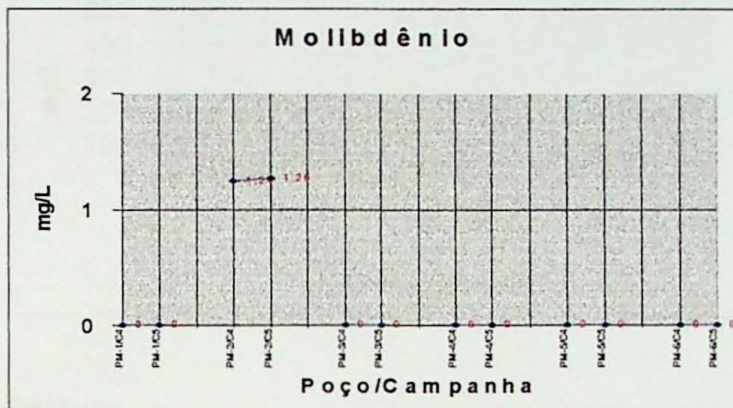
Surfactantes

A concentração de surfactantes na água foi analisada somente nas Campanhas 4 e 5, não constando na gama de parâmetros analisadas nas primeiras. Deve-se ressaltar, portanto, o aumento significativo desta substância nos PM's 1 e 2, bem como a presença acima dos padrões CETESB no PM-06. Atividades de desengraxe com surfactantes podem estar associadas a esta anomalia nas proximidades deste poço de monitoramento.



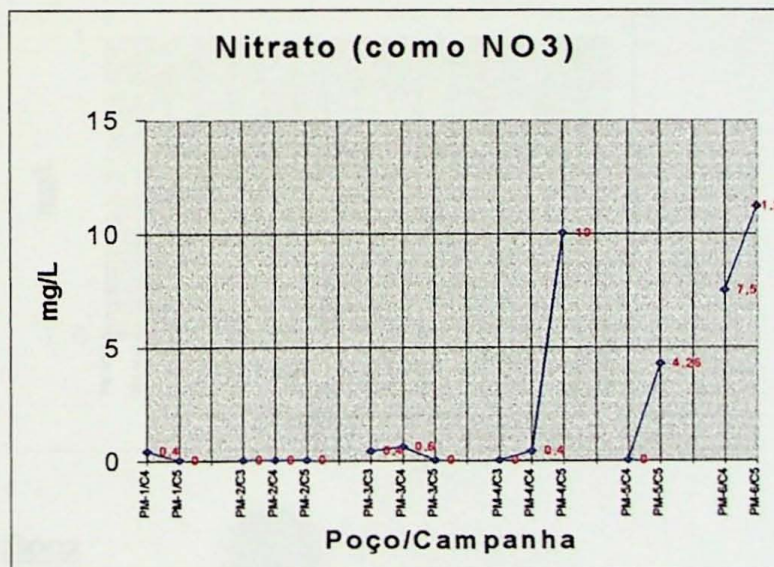
Molibdênio

O molibdênio é um elemento utilizado em indústrias como inibidor de corrosão, em reagentes e promotores ou ativadores catalíticos, em hidrogenação e/ou craqueamento. Foi detectada concentração anômala deste elemento especificamente no PM-02, tanto na Campanha 4 quanto na Campanha 5, confirmando-a.



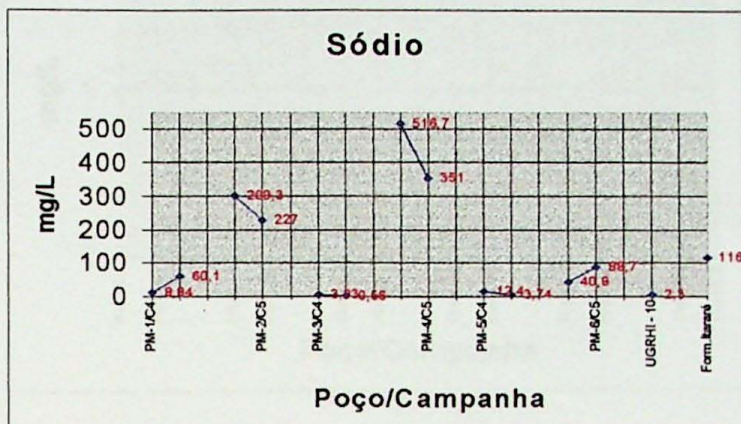
Nitrato

Pelo diagrama abaixo observa-se um aumento constante da concentração de nitrato nos poços de monitoramento 4, 5 e 6, fato que embora não se encontre acima dos padrões de referência CETESB indica que alterações significativas estão ocorrendo na qualidade da água subterrânea.



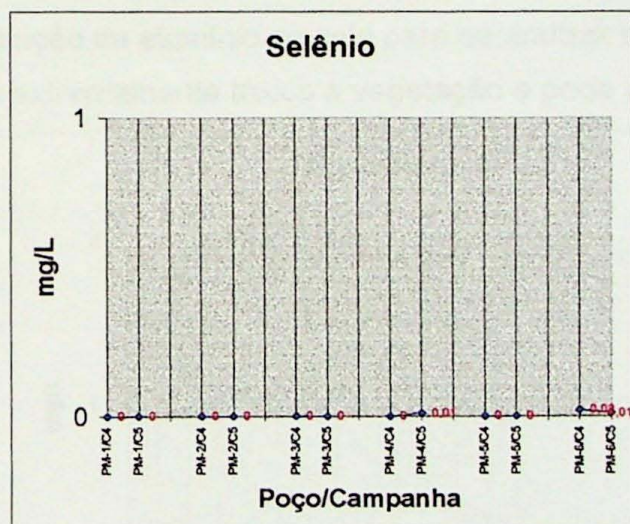
Sódio

Quanto ao sódio, verificam-se altas concentrações deste elemento nos PM's 1 e 3, porém com forte tendência a redução em relação à última campanha C5 realizada.



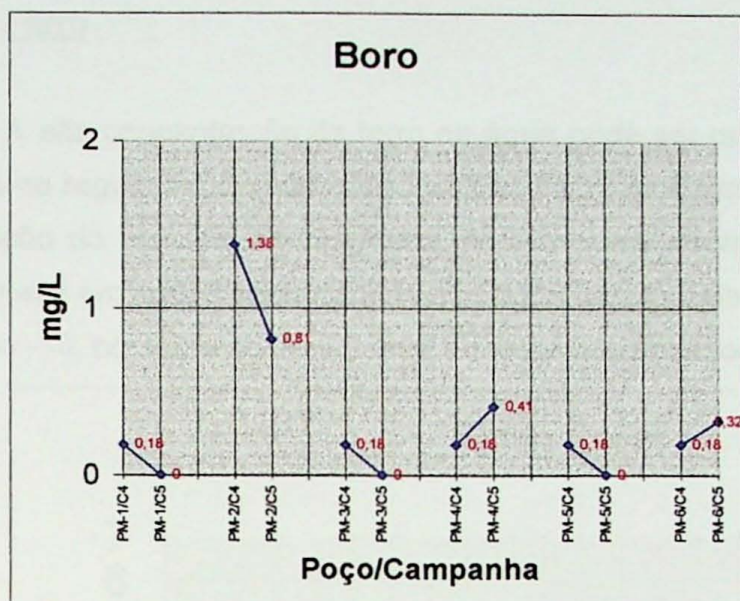
Selênio

Este metal foi observado nos PM's 5 e 6 apenas na campanha 5. É utilizado principalmente em células fotoelétricas, produção de vidro e cerâmica, retíficas e produção de ligas metálicas e borracha. Esta concentração apresentada nestes poços de monitoramento de 0,01 mg/L é idêntica ao limite de referência CETESB.



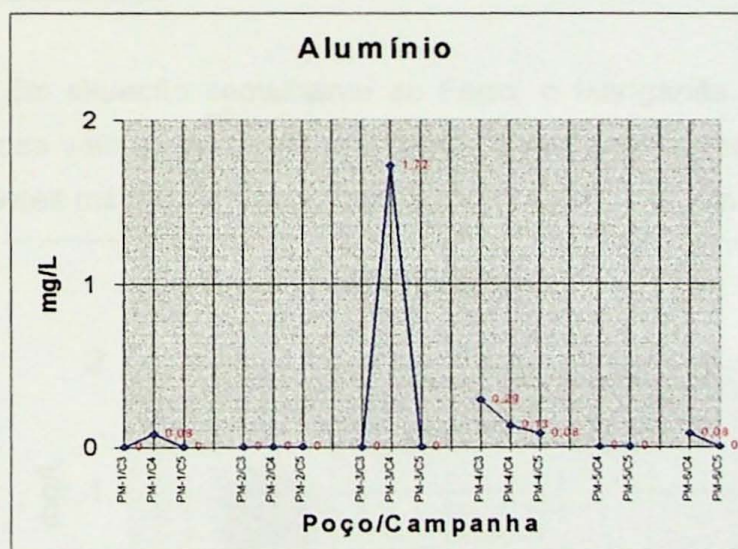
Boro

Trata-se de um elemento bastante importante a ser analisado, tendo em vista sua presença no resíduo (aterro), na água subterrânea e também na nascente d'água a jusante do aterro, próximo ao PM-04, região onde a concentração está aumentando como mostra o diagrama abaixo.



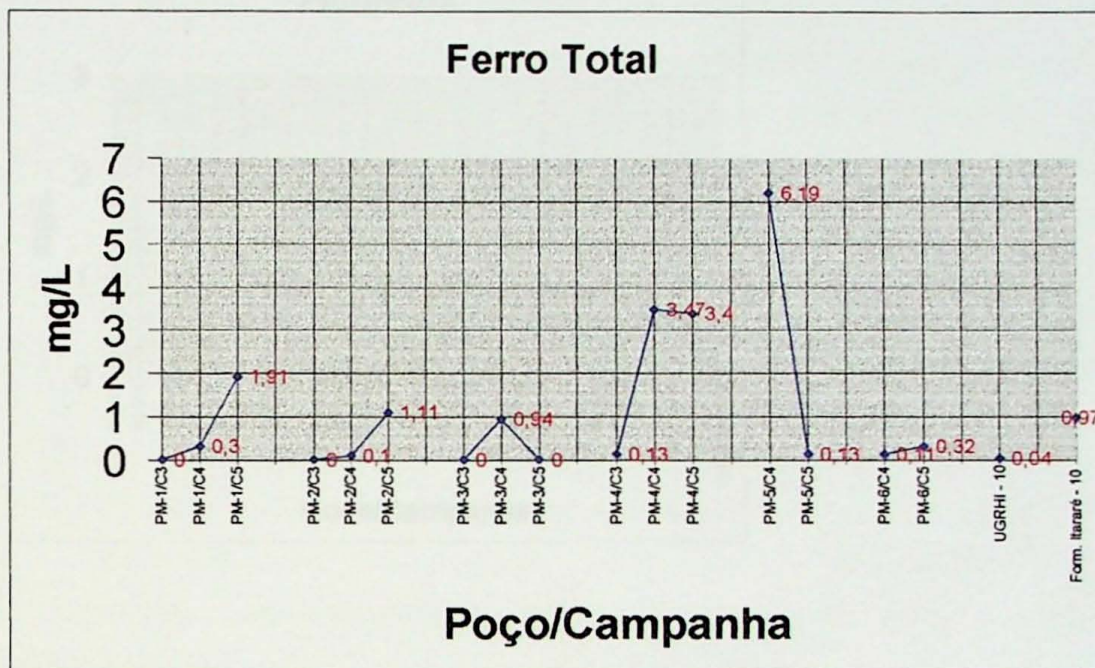
Alumínio

Com relação ao alumínio, pode-se considerar que sua concentração esteve acima do valor de referência CETESB (0,2mg/L) na terceira campanha no PM-04, com forte tendência a redução contínua em C4 e C5 (abaixo do valor de referência nestas campanhas) e principalmente sua aparição com 1,72mg/L na quarta campanha no PM-03, fato que não pôde ser explicado com os dados obtidos até o momento (possivelmente um erro analítico). A dissolução de alumínio no solo para neutralizar a entrada de ácidos com as chuvas ácidas torna-o extremamente tóxico a vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água



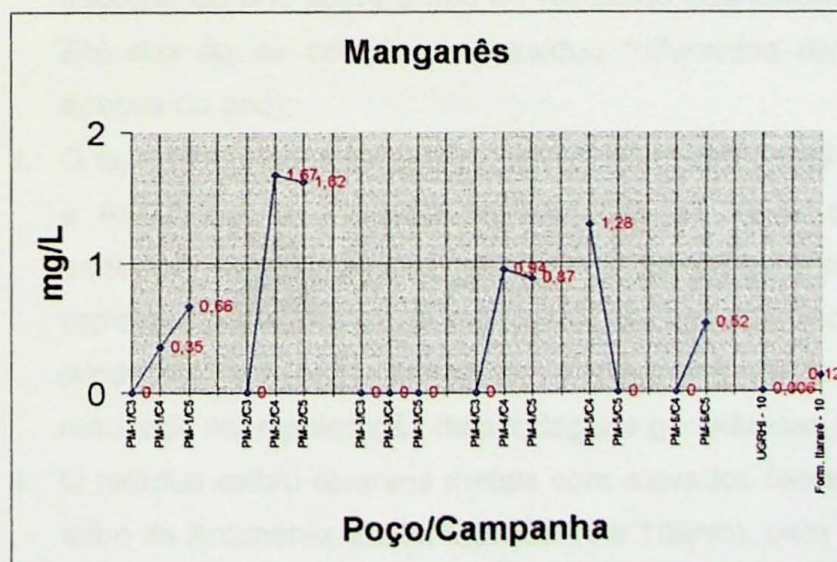
Ferro

A alta concentração de ferro na água pode ser proveniente das condições naturais do solo na região em que se encontram os PM's ou realmente estão sofrendo influência da disposição do resíduo. No diagrama, comparou-se os valores obtidos com o valor médio deste metal em águas subterrâneas do Grupo Itararé e da Unidade Geográfica de Recursos Hídricos -10, contexto no qual a área em estudo está inserida.



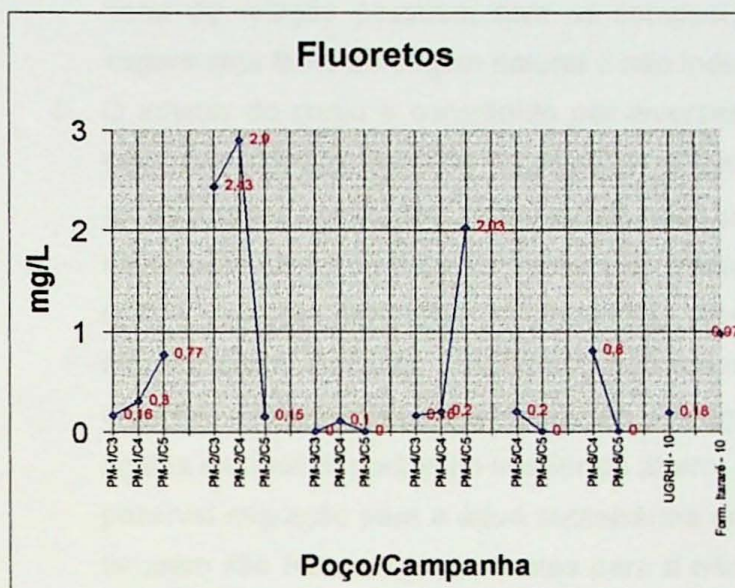
Manganês

Em situação semelhante ao Ferro, o Manganês está presente em concentrações acima dos valores de referência CETESB em muitos dos PM's analisados, acima também dos valores médios do Grupo Itararé e da UGRHI - 10 em que está inserida a área.



Fluoretos

Este composto aparece com valores acima do valor médio da Formação Itararé nos PM's 2 e 4. Seu comportamento é caráter crescente em termos de concentração no PM-1 e no PM-4, fato que merece ser destacado devido a sua presença nas águas superficiais também.



11 - CONCLUSÕES

No que tange as **condições do aterro** contendo areia de fundição:

Com base nos diversos dados obtidos com as técnicas empregadas pode-se assegurar que:

1. Há clara influência das condições de superfície (precipitação pluviométrica) no decorrer do ano sobre o tipo de resultado dos parâmetros físico-químicos (pH e Eh) das águas contidas no resíduo (diferentes concentrações em diferentes épocas do ano);
2. O quadro hídrico apresentado pelo resíduo apresenta diversas modificações face à existência de inclusão de camadas de solos dispostas sobre diferentes períodos de disposição do aterro de areia, o que gerou certamente impermeabilizações locais e criou um sistema diferenciado de circulação de água produzido por ação antrópica. A diagnose de tal solução pode encontrar resultado na implantação de sondagens geoeletricas no corpo de areia,
3. O resíduo exibiu diversos metais com elevados teores (Al, Fe, Mg, Mn, Ni e Zn, além de Antimônio, Bário, Molibdênio e Titânio), bem como elevado conteúdo de

outros compostos (Potássio, Sódio, Cálcio e Fósforo). Muitos destes encontram-se em fase de migração para o meio externo ao aterro, como ficou comprovado com a presença marcante de alguns destes elementos na malha de PM's implantados nas circunvizinhanças do corpo. É importante considerar que parte do corpo encontra-se erodido em direção aos terrenos circunvizinhos da área destinada ao aterro,

4. Alguns elementos químicos (cádmio e berílio) estão ocorrendo no solo, porém nada de relação possuem com os compostos encontrados no aterro, o que sugere seja fonte de origem natural e não induzida;
5. O interior do corpo é constituído por diversos materiais que divergem de uma constituição única (areia de fundição). Por tratar-se de aterro do tipo "bota fora", as operações realizadas pela indústria nos últimos 30 anos permitiram lançar neste local diversos tipos de materiais, desde escórias e tijolos refratários até restos de ligas do forno de fundição, plásticos, etc. Tal aspecto dificulta sobremaneira qualquer sondagem, seja manual ou mecânica bem como gera enormes dificuldades para a instalação de poços de monitoramento devido à alta rigidez em muitos pontos no interior do aterro. O colapsamento do material e sua possível migração para a água subterrânea em caso de tentativa de perfuração também são fatores determinantes para a não instalação de poços até o lençol freático de base.

No que diz respeito ao **sistema aquífero** que se encontra abaixo do corpo de areia pode-se concluir que:

1. Há migração de elementos poluentes para as porções abaixo do freático na base do corpo de areia, alterando significativamente suas características naturais;
2. Os diversos PMs instalados na área indicam em alguns casos migração de poluentes em valores acima do permitido pela legislação, bem como possível impacto ocasionado por outras atividades (além do aterro), visto que alguns dos poços de monitoramento localizados à montante também apresentaram anomalias;

Quanto às **lagoas** existentes no interior da área pode-se concluir que:

1. A lagoa de montante não apresentou altas concentrações em relação aos parâmetros analisados, estando aparentemente isenta de contaminação;
2. A lagoa de jusante / tratamento de efluentes exhibe teores acima dos valores de referência CETESB de alguns elementos como ferro, manganês e alumínio, mas aparentemente não apresenta relação direta com os poços de monitoramento em estudo (inclusive o PM-2).

No que concerne às **medidas de remediação** "in situ" pode-se sugerir que:

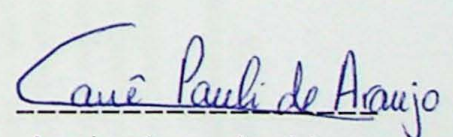
1. É fundamental a diagnose do quadro de funcionamento da água contida no interior do aterro devido à alta porosidade da areia de fundição e sua relação com as camadas de solo depositadas concomitante ao aterro;
2. Do seu estabelecimento e controle de elementos químicos poluentes contidos em solução, pode-se propor a implantação de PM's com inclusão de barreira hídrica e respectiva filtragem para eliminação dos poluentes,
3. É evidente também a necessidade de obras de contenção no talude a jusante do aterro, tendo sido verificado durante os trabalhos de campo desmoronamentos e conseqüente carreamento superficial para a circunvizinhança.
4. Deve ser realizado monitoramento em tempo real das condições hídricas tanto do corpo de areia como do fluxo hídrico externo ao corpo, com implantação de medidas de remediação nas áreas consideradas críticas. Não se descarta também a necessidade de impermeabilização do aterro, a fim de se impedir que a água pluvial percolada amplie a mobilidade dos elementos ali depositados.

12 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIFA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. 1999. *Manual de Regeneração e Reuso de Areias de Fundição*. São Paulo. 49p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. RESÍDUOS SÓLIDOS - CLASSIFICAÇÃO. NBR 10004, 1987.
- ADRIANO, D. C. 1986. *Trace elements in the terrestrial environment*. New York, Springer Verlag, 532p.
- ALLOWAY, B. J. 1995 *Heavy metals in soils*. London, Blackie Academic & Professional. 368p.
- BROSCH, C. D. 1952. *Areias de fundição*. (Sem citação de Local / Editora).
- CETESB. 1987. *Guia de Preservação e Coleta de Amostras*. São Paulo.
- CETESB. 2000. *Estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade e de Intervenção para Solo e Água Subterrânea no Estado de São Paulo*. São Paulo. 92p.
- FERREIRA, J. M. G. C. 1999. *Tecnologia da Fundição*. Portugal. 545p.
- FLETCHER, W. K. 1981. *"Analytical methods in geochemical prospecting"*. Amsterdam. Elsevier. 255p.
- LANGMUIR, D.; CHROSTOWSKI, P.; CHANEY, R.; VIGNEAULT, B. 2003. *"Issue Paper on the Environmental Chemistry of Metals"* - U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. 105p.
- MARIOTTO, C.L. 2001. Recuperação de Areia Ganha Importância. *Fundição & Matérias-Primas*, v.41, n.50, p.20.
- MELO, E. F. R. Q.; CORONETTI, L.; FIORI, S.; THOMÉ, A.; SCHNEIDER, I. A.. H. 2003. *Recuperação da Vegetação natural em uma área de disposição de areia de fundição*. In: XI CONGR. ABIFA DE FUNDIÇÃO. São Paulo, 2003. Universidade de Passo Fundo / UFRGS.
- OLIVEIRA, A.M.S. 1994. *"Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema SP/PR"*. Tese de Doutorado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo – Departamento de Geografia. São Paulo.
- REDONDO, M.; SOUZA, E. 2003. *Remediação e Adequação de Depósitos de Areia de Fundição em Santa Catarina (Tupy Fundições)*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE REMEDIAÇÃO IN-SITU DE SITES CONTAMINADOS. São Paulo, 2003. Instituto Ekos Brasil.
- SEMINÁRIO SOBRE MATERIAIS E MOLDAGEM E MACHARIA 1983. *Técnicas e materiais de moldagem e macharia*. Joinville – SC.
- TANDEL, R. Y. 1993. *Caracterização do arenito Pirambóia da Fazenda São João em Analândia, SP, e sua utilização industrial*. São Paulo. Tese de Mestrado - IGc USP.



Assinatura do orientador



Assinatura do Aluno

ANEXO 1 - Tabela de resultados analíticos de solo

Parâmetro		Metais												
Amostra	Unidade	Antimônio	Arsênio	Berílio	Cádmio	Chumbo	Cobalto	Cobre	Cromo (total)	Mercurio	Níquel	Prata	Selênio	Zinco
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	ST-01	<0,5	<0,2	2,62	2,04	15,4	4,95	8,05	43,6	<0,05	9,51	<0,2	<0,2	14,8
	ST-02	<0,5	<0,2	4,75	2,33	59,6	6,33	10,9	60,2	<0,05	14,6	<0,2	<0,2	18,2
	ST-03	<0,5	<0,2	4,44	2,22	22,9	6,29	11,1	56,4	<0,05	13,5	<0,2	<0,2	18
Referência CETESB	I ⁽¹⁾ Industrial	25	100	-x-	40	1200	100	700	1000	25	300	100	-x-	1500
	I ⁽¹⁾ residencial	10	50	-x-	15	350	80	500	700	5	200	50	-x-	1000
	I ⁽¹⁾ AP ^{max}	5	25	-x-	10	200	40	100	300	2,5	50	25	-x-	500
		2	15	-x-	3	100	25	60	75	0,5	30	2	5	300
	R ⁽³⁾	<0,5	3,5	-x-	<0,5	17	13	35	40	0,05	13	0,25	0,25	60
Padrão Holandês ⁽⁴⁾	I ⁽⁵⁾	15	55	30 ⁵	12	530	240	190	380	10	210	15 ⁵	100 ⁵	720
	T ⁽⁶⁾	3	29	1,1	0,8	85	9	36	100	0,3	35	-x-	0,7	140

(1) – Valor I é o valor orientador de intervenção para solos, nos cenários agrícolas e área de proteção, residencial e industrial, proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor I indicam a necessidade de uma ação corretiva.

(2) – Valor A é o valor orientador de alerta para solos proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor A indicam a necessidade de investigações complementares.

(3) – Valor R é o valor orientador de referência para solos proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor R indicam a existência de alteração na qualidade natural dos solos.

(4) – Padrão holandês (2000) para qualidade do solo. Concentração em solo padrão (10% de matéria orgânica e 25% de argila).

(5) – Valores de intervenção da Legislação Holandesa, representa um nível de contaminação acima do qual há um caso de contaminação que requer intervenção imediata

(6) – Valor Alvo ou "target" da Legislação Holandesa, ou seja, aquele que tem que ser alcançado para integral recuperação das propriedades funcionais do solo para humanos, vegetais e animais.

< valor - significa que o resultado está abaixo do limite de detecção do método

**= valor varia com o conteúdo de argila

ANEXO 2 - Tabela dos resultados analíticos do resíduo.

Parâmetro	Unidade	Amostra do resíduo				Referência CETESB					Padrão Holandês ⁽⁴⁾	
		T1 - 2m	T1 - 1m	T1 - base		J ⁽¹⁾ Industrial	J ⁽¹⁾ Residencial	J ⁽¹⁾ APmax	R ⁽²⁾	J ⁽³⁾		
Alumínio	mg/kg	504	472	8765		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Antimônio	mg/kg	0,94	3,37	1,28		25	10	5	2	-x-	15	3
Arsênio	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5		100	50	25	15	55	55	29
Bário	mg/kg	<0,5	5,05	36,8		700	400	300	150	625	625	180
Berílio	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5		-x-	-x-	-x-	-x-	30*	30*	1,1
Bismuto	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Boro	mg/kg	17,6	41,8	44,2		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Cálcio	mg/kg	287	1044	256		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Cádmio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2		40	15	10	3	12	12	0,8
Chumbo	mg/kg	4,14	144	11,5		1200	350	200	100	530	530	85
Cobalto	mg/kg	1,46	3,67	5,43		100	80	40	25	240	240	9
Cobre	mg/kg	21,9	66,3	13,8		700	500	100	60	190	190	38
Cromo (total)	mg/kg	34,4	157	14		1000	700	300	75	380	380	100
Estanho	mg/kg	<0,5	1,19	<0,5		-x-	-x-	-x-	-x-	900*	900*	-x-
Estrôncio	mg/kg	1,36	4,13	2,87		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Ferro total	mg/kg	2711	10316	14790		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Fósforo total	mg/kg	152	102	408		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Iridio	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Lítio	mg/kg	<0,5	<0,5	3,84		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Magnésio	mg/kg	1077	1819	792		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Manganês	mg/kg	232	2859	147		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Mercúrio	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1		25	5	2,5	0,5	10	10	0,3
Molibdênio	mg/kg	3,95	15,5	<0,5		120	100	50	30	200	200	3
Níquel	mg/kg	29,8	56,8	4,49		300	200	50	30	210	210	35
Potássio	mg/kg	366	347	1115		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Prata	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2		100	50	25	2	15*	15*	-x-
Selênio	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2		-x-	-x-	-x-	5	100*	100*	0,7
Silica-tripoluentes	mg/kg	82	50,4	66,3		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Sódio	mg/kg	104	98,8	723		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Titânio	mg/kg	18	21,1	88,6		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Urânio	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5		-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-	-x-
Vanádio	mg/kg	2,34	3,52	27,5		-x-	-x-	-x-	-x-	250*	250*	42
Zinco	mg/kg	28,9	3886	20		1500	1000	500	300	720	720	140

(1) - Valor I é o valor orientador de intervenção para solos, nos cenários agrícolas e área de proteção, residencial e industrial, proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor I indicam a necessidade de uma ação corretiva.

(2) - Valor A é o valor orientador de alerta para solos proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor A indicam a necessidade de investigações complementares.

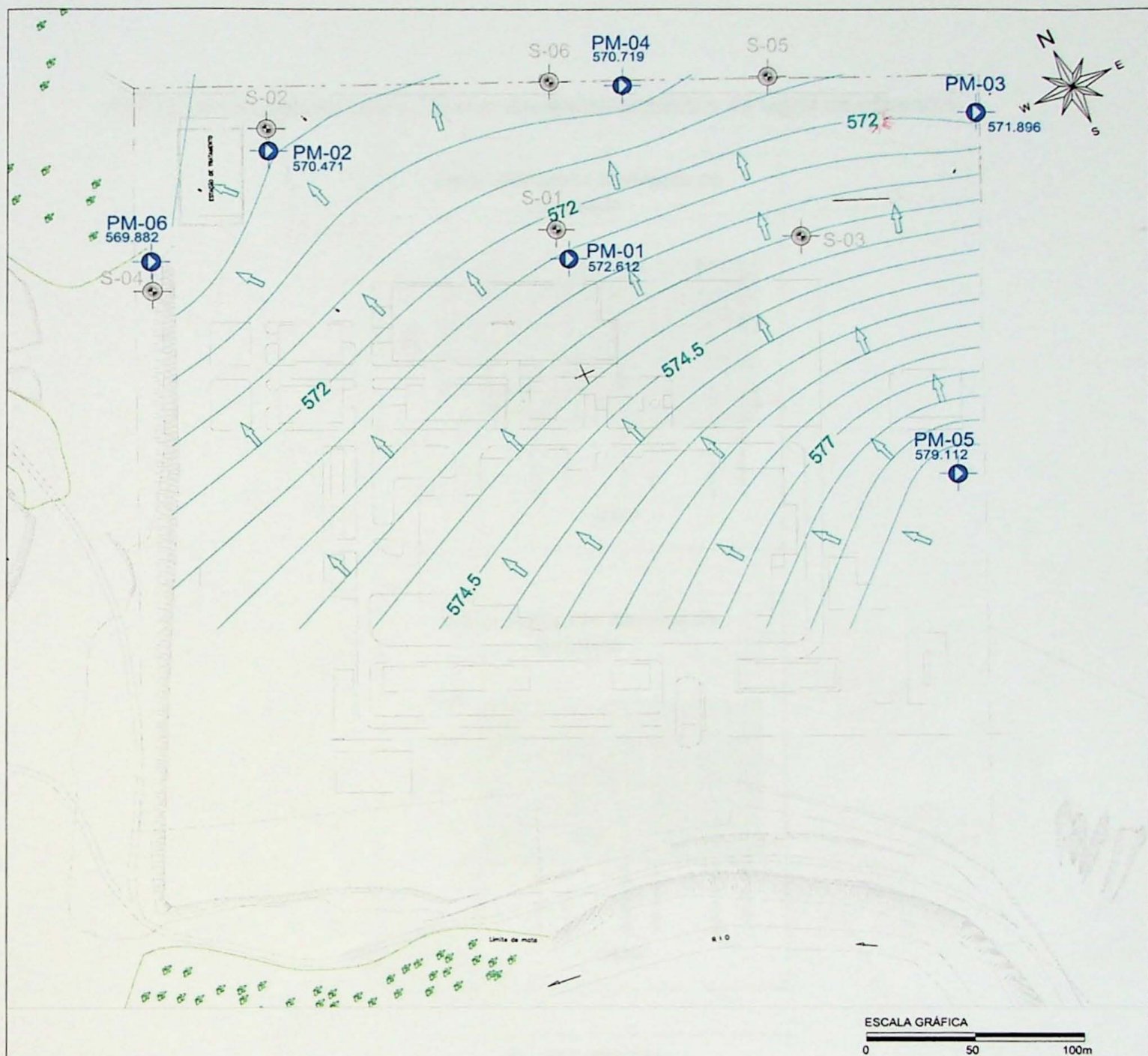
(3) - Valor R é o valor orientador de referência para solos proposto pela CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas, aprovado em 26/7/01, com validade de 04 anos. Concentrações acima do Valor R indicam a existência de alteração na qualidade natural dos solos.

(4) - Padrão holandês (2000) para qualidade do solo. Concentração em solo padrão (10% de matéria orgânica e 25% de argila).

(5) - Valores de intervenção da Legislação Holandesa: representa um nível de contaminação acima do qual há um sério caso de contaminação (s=nível de contaminação acima do qual há um sério caso de contaminação)

(6) - Valor A ou "target" da Legislação Holandesa, ou seja, aquele que tem que ser alcançado para integral recuperação das propriedades funcionais do solo para humanos, vegetais e animais.

nd - não detectado -x- não especificado J - valor estimado abaixo do limite de detecção



LEGENDA:

- Poços de Monitoramento com amostragem de água
 Sondagens de Solo da Campanha 4.
 784.1 Linha Equipotencial
 Sentido do Fluxo

CAMPANHA 5

PONTO	Cota Tubo (m)	Cota terreno (m)	Z (carga hidráulica)
PM-1	579,072	6,460	572,612
PM-2	574,561	4,060	570,471
PM-3	579,281	7,385	571,896
PM-4	578,274	7,555	570,719
PM-5	579,865	0,750	579,112
PM-6	570,532	0,650	569,882

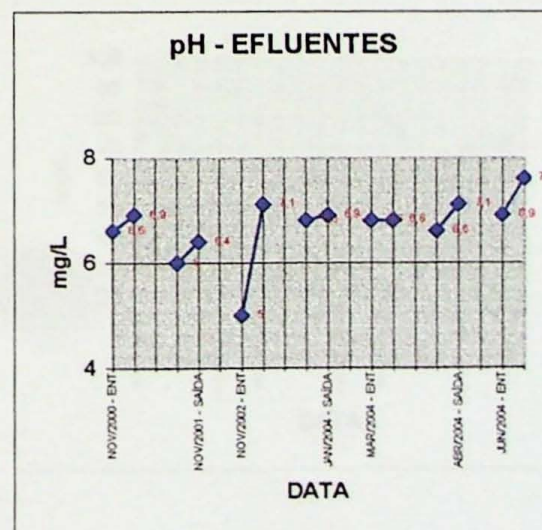
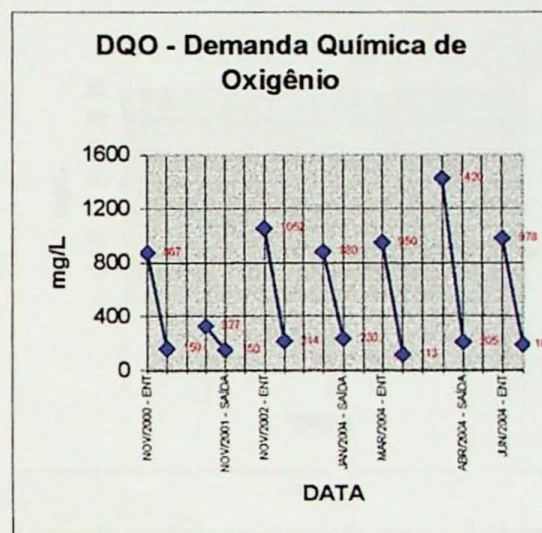
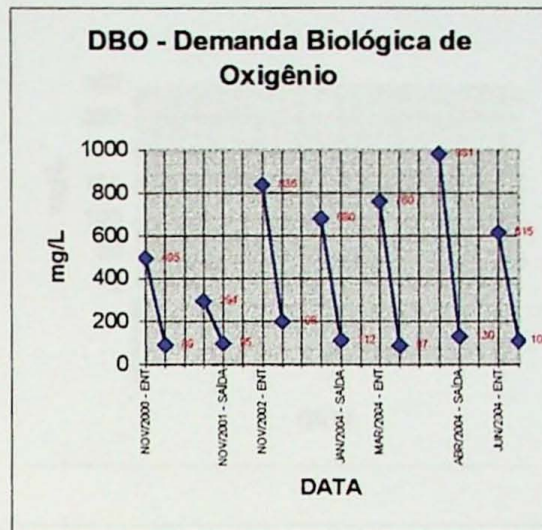
Projeto

TF 2004

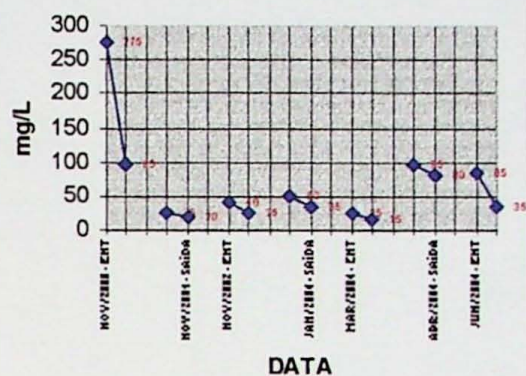
Título

Anexo 3 - Mapa Potenciométrico - Maio/2004

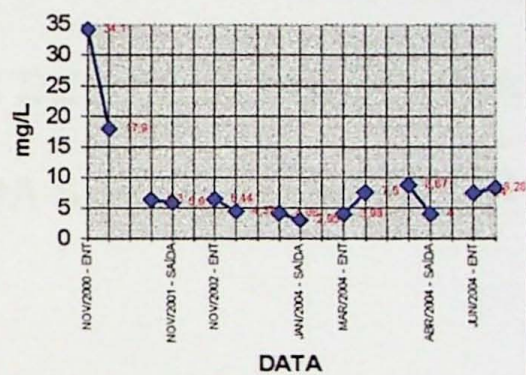
ANEXO 4: Diagramas com base nos resultados analíticos da lagoa de efluentes.



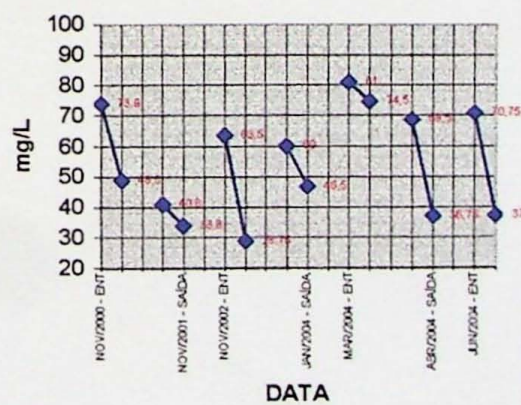
ÓLEOS E GRAXAS



FOSFATOS - EFLUENTES



NITROGÊNIO AMONÍACAL - EFLUENTES



ANEXO 5

TABELAS DE RESULTADOS ANALÍTICOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR POÇO

PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-01						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L	x	x	x	x	120	67	x	x
Alumínio	mg/L	x	x	x	<0,05	0,08	<0,05	0,2	x
Antimônio	mg/L	nd	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L	x	x	x	x	0,21	0,19	0,7	625
Berílio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	x	<0,01	x	x
Boro	mg/L	x	x	x	x	0,18	<0,05	x	x
Cádmio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L	x	x	x	<1	x	5	250	x
Cobalto	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L	x	x	x	x	119	9	500	x
Ferro Total	mg/L	x	x	x	<0,05	0,3	1,91	0,3	x
Fluoretos	mg/L	x	x	x	0,16	0,3	0,77	1,5	x
Manganês	mg/L	x	x	x	<0,05	0,35	0,66	0,1	x
Mercúrio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	0,25	300
Níquel	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L	x	x	x	<0,1	0,4	<0,1	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	x	x	x	x	0,6	2,09	x	x
pH		x	x	x	x	6,5	5,9	6,5-8,5	x
Prata	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	160
Sódio	mg/L	x	x	x	x	8,84	60,1	200	x
Sulfato	mg/L	x	x	x	<5	11	15	250	x
Surfactantes	mg/L	x	x	x	x	<0,1	0,27	0,5	x
Titânio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L	nd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	0,1	2000
Antraceno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x

(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

nd = não detectado

PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-02						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L	x	x	x	x	869	845	x	x
Alumínio	mg/L	x	x	x	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	x
Antimônio	mg/L	nd	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L	x	x	x	x	0,2	0,16	0,7	625
Berílio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	x	<0,01	x	x
Boro	mg/L	x	x	x	x	1,38	0,81	x	x
Cádmio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L	0,05	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L	x	x	x	33	x	<1	250	x
Cobalto	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L	x	x	x	x	207	286	500	x
Ferro Total	mg/L	x	x	x	<0,05	0,1	1,11	0,3	x
Fluoretos	mg/L	x	x	x	2,43	2,9	0,15	1,5	x
Manganês	mg/L	x	x	x	<0,05	1,67	1,62	0,1	x
Mercúrio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L	x	x	x	x	1,24	1,26	0,25	300
Níquel	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L	x	x	x	<0,1	<0,1	<0,1	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	x	x	x	x	0,5	1,01	x	x
pH		x	x	x	x	7,2	6,2	6,5-8,5	x
Prata	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	160
Sódio	mg/L	x	x	x	x	299,3	227	200	x
Sulfato	mg/L	x	x	x	<5	52	1,3	250	x
Surfactantes	mg/L	x	x	x	x	0,1	0,16	0,5	x
Titânio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L	nd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2000
Antraceno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x

(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

nd = não detectado

PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-03						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L	x	x	x	x	8	5	x	x
Alumínio	mg/L	x	x	x	<0,05	1,72	<0,05	0,2	x
Antimônio	mg/L	nd	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	0,7	625
Bérblio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	x	<0,01	x	x
Boro	mg/L	x	x	x	x	0,18	<0,05	x	x
Cádmio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L	x	x	x	<1	x	<1	250	x
Cobalto	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L	x	x	x	x	<5	6	500	x
Ferro Total	mg/L	x	x	x	<0,05	0,94	<0,05	0,3	x
Fluoretos	mg/L	x	x	x	<0,1	0,1	<0,1	1,5	x
Manganês	mg/L	x	x	x	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	x
Mercúrio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	0,25	300
Níquel	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L	x	x	x	0,4	0,6	<0,1	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	x	x	x	x	0,4	1,21	x	x
pH		x	x	x	x	6,3	5,3	6,5-8,5	x
Prata	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	160
Sódio	mg/L	x	x	x	x	3,93	0,56	200	x
Sulfato	mg/L	x	x	x	<5	<5	7,6	250	x
Surfactantes	mg/L	x	x	x	x	<0,1	<0,1	0,5	x
Titânio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L	nd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2000
Antraceno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x

(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

nd = não detectado

PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-04						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L	x	x	x	x	589	457	x	x
Alumínio	mg/L	x	x	x	0,29	0,13	0,08	0,2	x
Antimônio	mg/L	nd	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L	x	x	x	x	0,21	0,35	0,7	625
Bérlílio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	x	<0,01	x	x
Boro	mg/L	x	x	x	x	0,18	0,41	x	x
Cádmio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L	nd	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L	x	x	x	27	x	47	250	x
Cobalto	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L	x	x	x	x	70	60	500	x
Ferro Total	mg/L	x	x	x	0,13	3,47	3,40	0,3	x
Fluoretos	mg/L	x	x	x	0,16	0,2	2,03	1,5	x
Manganês	mg/L	x	x	x	<0,05	0,94	0,87	0,1	x
Mercúrio	mg/L	nd	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	0,25	300
Níquel	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L	x	x	x	<0,1	0,4	10,0	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	x	x	x	x	0,6	3,26	x	x
pH		x	x	x	x	6,8	6,6	6,5-8,5	x
Prata	mg/L	x	<0,01	<0,01	x	<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L	nd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	160
Sódio	mg/L	x	x	x	x	516,7	351	200	x
Sulfato	mg/L	x	x	x	6	8	112	250	x
Surfactantes	mg/L	x	x	x	x	0,2	0,14	0,5	x
Titânio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L	x	x	x	x	<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L	nd	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L	nd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	2000
Antraceno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L	x	x	x	<0,2	<0,05	<0,05	x	x

(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

nd = não detectado

PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-05						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L					55	25	x	x
Alumínio	mg/L					<0,05	0,05	0,2	x
Antimônio	mg/L					<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L					<0,05	0,06	0,7	625
Berílio	mg/L					x	<0,01	x	x
Boro	mg/L					0,18	<0,05	x	x
Cádmio	mg/L					x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L					<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L					x	<1,0	250	x
Cobalto	mg/L					x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L					x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L					<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L					28	12	500	x
Ferro Total	mg/L					6,19	0,13	0,3	x
Fluoretos	mg/L					0,2	<0,01	1,5	x
Manganês	mg/L					1,28	<0,05	0,1	x
Mercúrio	mg/L					<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L					<0,05	<0,05	0,25	300
Níquel	mg/L					<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L					<0,1	4,26	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L					0,5	1,15	x	x
pH						7,3	6,2	6,5-8,5	x
Prata	mg/L					<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L					<0,01	<0,01	0,01	160
Sódio	mg/L					12,4	3,74	200	x
Sulfato	mg/L					<5	<1	250	x
Surfactantes	mg/L					<0,1	<0,1	0,5	x
Titânio	mg/L					<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L					<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L					<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L					<0,1	<0,1	0,1	2000
Antraceno	µg/L					<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L					<0,05	<0,05	x	x

(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

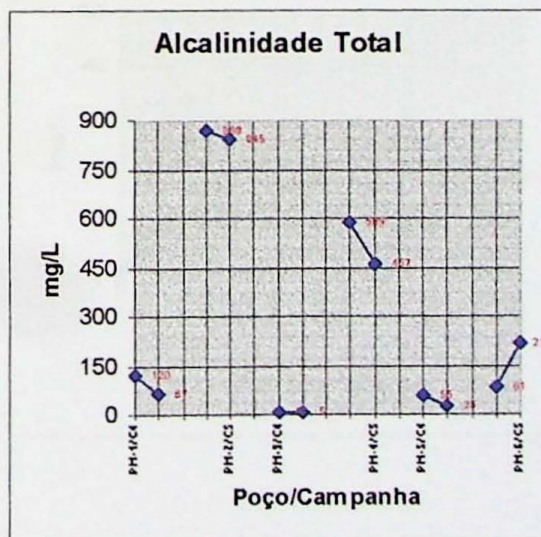
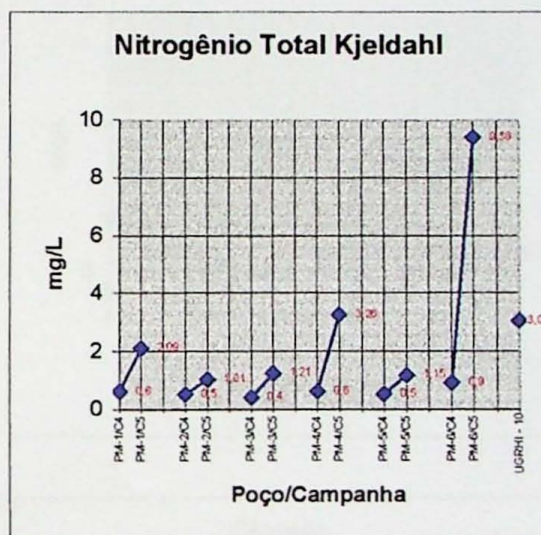
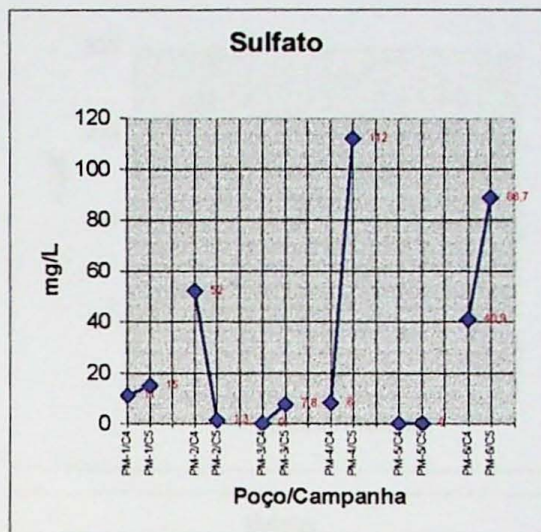
PARÂMETROS	UNIDADE	Resultados Analíticos das Amostras - PM-06						Padrão CETESB	Padrão Holandês I(1)
		C1	Ream	C2	C3	C4	C5		
		11/10/02	04/12/02	14/03/03	16/07/03	17/12/03	25/05/04		
Alcalinidade Total	mg/L					81	217	x	x
Alumínio	mg/L					0,08	<0,05	0,2	x
Antimônio	mg/L					<0,005	<0,005	0,005	20
Bário	mg/L					<0,05	0,17	0,7	625
Berílio	mg/L					x	<0,01	x	x
Boro	mg/L					0,18	0,32	x	x
Cádmio	mg/L					x	<0,001	0,005	6
Chumbo	mg/L					<0,01	<0,01	0,01	75
Cloreto	mg/L					x	8	250	x
Cobalto	mg/L					x	<0,01	0,03	100
Cobre	mg/L					x	<0,05	2	75
Cromo Total	mg/L					<0,05	<0,01	0,05	30
Dureza	mg/L					48	130	500	x
Ferro Total	mg/L					0,11	0,32	0,3	x
Fluoretos	mg/L					0,8	<0,1	1,5	x
Manganês	mg/L					<0,05	0,52	0,1	x
Mercúrio	mg/L					<0,001	<0,001	0,001	0,3
Molibdênio	mg/L					<0,05	<0,05	0,25	300
Níquel	mg/L					<0,05	<0,01	0,05	75
Nitrato (como NO3)	mg/L					7,5	11,2	10	x
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L					0,9	9,38	x	x
pH						6	6,4	6,5-8,5	x
Prata	mg/L					<0,01	<0,01	0,05	40
Selênio	mg/L					0,02	0,01	0,01	160
Sódio	mg/L					40,9	88,7	200	x
Sulfato	mg/L					14	26	250	x
Surfactantes	mg/L					0,6	0,19	0,5	x
Titânio	mg/L					<0,05	<0,01	x	50
Vanádio	mg/L					<0,05	<0,05	x	70
Zinco	mg/L					<0,05	<0,05	5	800
Fenol	µg/L					<0,1	<0,1	0,1	2000
Antraceno	µg/L					<0,05	<0,05	x	x
Fenantreno	µg/L					<0,05	<0,05	x	x

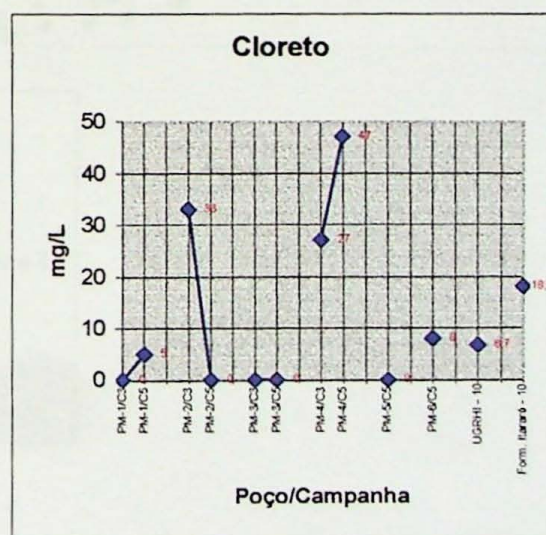
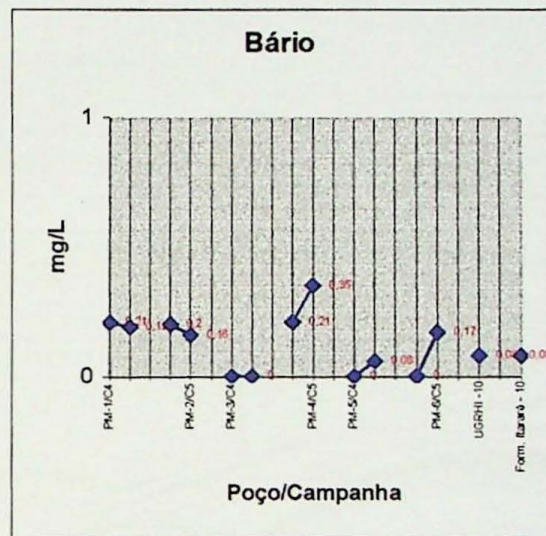
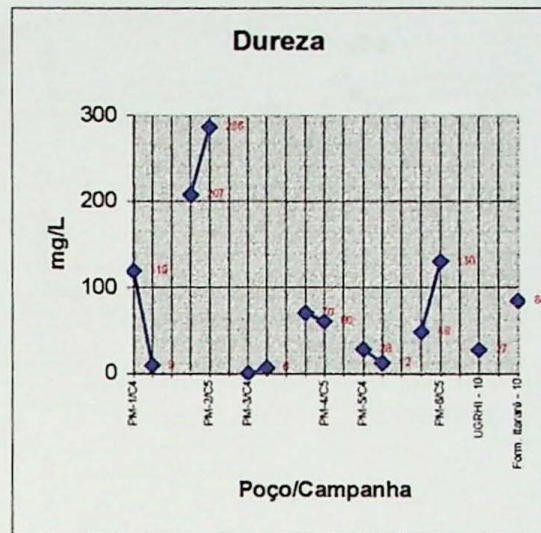
(1) – Padrão holandês (1999) para qualidade da água subterrânea, onde I = valor de intervenção. Valores para 25% de argila e 10% de matéria orgânica.

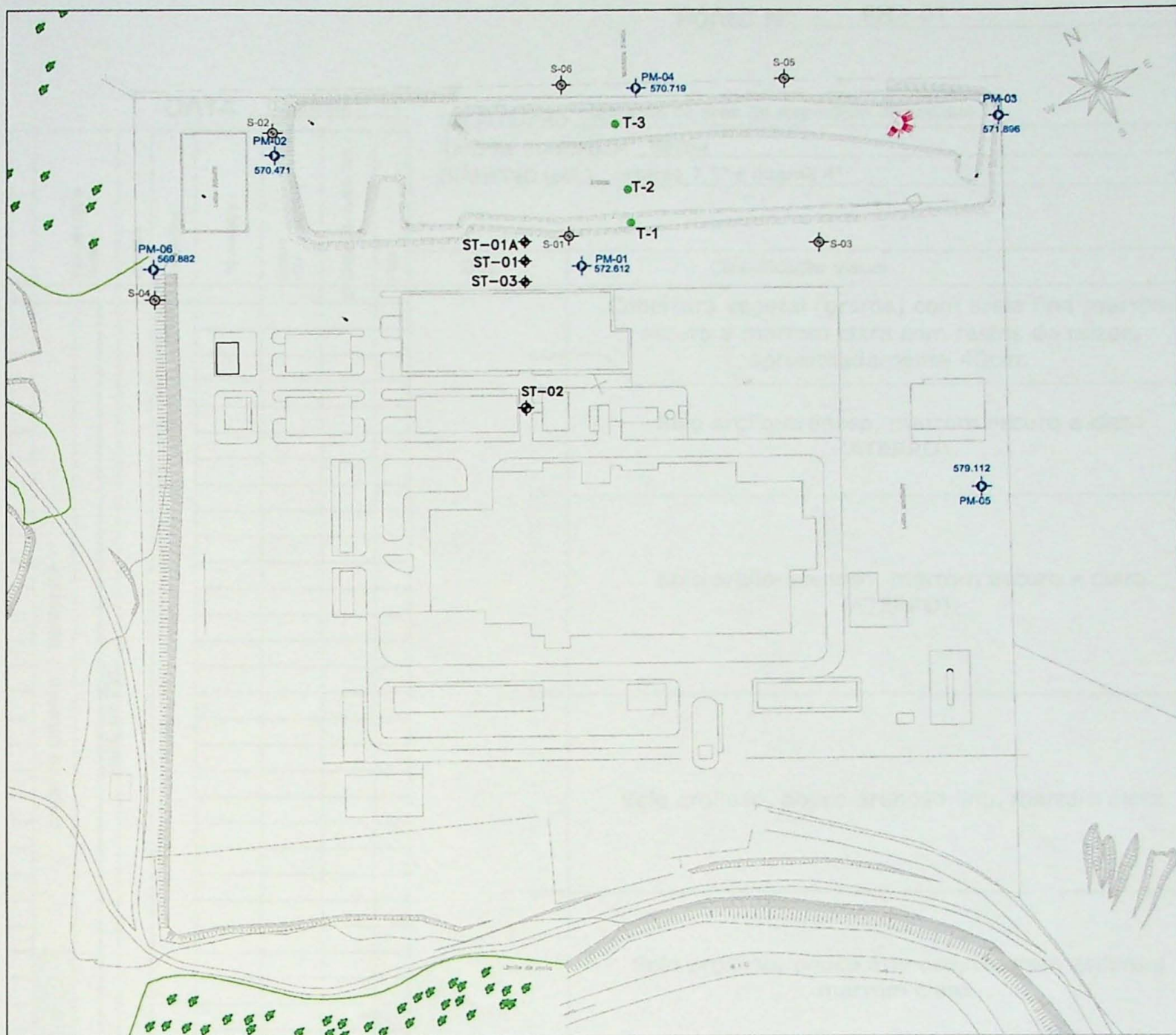
"-x-" - não especificado

"-x-" - não analisado

ANEXO 6: Diagramas com os resultados analíticos d e água subterrânea não descritos no texto.







LEGENDA:

- PM Poços de Monitoramento com Amostragem de Água
- S Sondagens de Solo da Campanha 4
- T-1 Trincheiras
- ST-01 Sondagem a Trado Manual

Anexo 7 - Mapa de Atividades

TF - 2004 - 03

Perfil de Sondagem

Ponto N° PM - 01

DATA 07.10.02

LOCALIZAÇÃO montante da área de disposição de resíduo

TIPO DE SONDAGEM Hollow

DIÂMETRO (pol.) externo 7,5" e interno 4"

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz/Tipo	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de Fundo PID	Hora	Obs.	Classificação Visual
0						0			Cobertura vegetal (grama) com areia fina marrom escura a marrom clara com restos de raízes, aproximadamente 40cm.
1									Solo argilo-arenoso, marrom escuro a claro (ATERRO).
2									Solo argilo-arenoso, marrom escuro a claro (ATERRO).
3									Solo argiloso, pouco arenoso fino, marrom claro.
4									Solo argiloso, pouco arenoso, marrom escuro a marrom claro.
5									Argila pouco arenosa, com coloração variando de amarelada a avermelhada.
6									Argila compacta, pouco arenosa, marrom avermelhada.
7									Final da sondagem (9,50m); até a boca (10,00).
8									
9									

ÁGUA SUBTERRÂNEA

PROF. (m)	HORA	DATA
8.43m	09:30h	08.10.02

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto N° PM - 02

DATA 07.10.02

LOCALIZAÇÃO lateral da área de disposição de resíduo (ETE)

TIPO DE SONDAÇÃO Hollow

DIÂMETRO (pol.) externo 7,5" e interno 4"

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz/Tipo	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de Fundo PID	Hora	Obs.	Classificação Visual
0	calda de bentonita					0			Cobertura de solo formada por grama de aproximadamente 20cm, seguida de solo argilo-arenoso, marrom avermelhado.
1	selo							1,50m	Solo argilo-arenoso, marrom escuro, plástico.
2								3,00m	Solo argiloso, pouco arenoso fino, marrom.
3								4,50m	Argila pouco arenosa, com coloração variando de marrom a avermelhada.
4								6,00m	Argila pouco arenosa, com coloração variando de marrom a avermelhada.
5								7,00m	Final do furo até a boca 7metros.
6									
7									
8									
9									

ÁGUA SUBTERRÂNEA

PROF. (m)	HORA	DATA
5.05m	09:30h	08.10.02

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto N° PM - 03

DATA 08.10.02

LOCALIZAÇÃO ao lado da área de resíduo (lateral oposta a ETE)

TIPO DE SONDAGEM hollow

DIÂMETRO (pol.) externo 7.5" e interno 4"

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz/Tipo	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de Fundo PID	Hora
0						0	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Obs.	Classificação Visual
	Cobertura de solo formada por grama de aproximadamente 20cm, seguida de solo argilo-arenoso, marrom avermelhado (ATERRO).
1,50m	
	solo argilo-arenoso, marrom escuro a claro (ATERRO).
3,00m	
	Solo argiloso, pouco arenoso fino, marrom claro.
4,50m	
	Solo argiloso, pouco arenoso, marrom escuro a marrom claro.
6,00m	
	Argila pouco arenosa, com coloração variando de amarelada a avermelhada.
7,50m	
	Argila plástica, pouco arenosa, marrom avermelhada.
9,00m	Idem, até 10,50m Final do furo até a boca (10,40m).

ÁGUA SUBTERRÂNEA

PROF. (m)	HORA	DATA
7.80m	14:40h	08.10.02

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto N° PM - 04

DATA 10.10.02

LOCALIZAÇÃO Jusante da área (na base do talude)

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 3"

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz/Tipo	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de Fundo PID	Hora	Obs.	Classificação Visual
0						0			Cobertura de solo formada por grama de aproximadamente 20cm, seguida de solo argilo-arenoso, marrom escuro a preto, com matéria orgânica.
1					100				
					120				
2					0				Argila pouco arenosa, marrom escura, pouco plástica e pouco úmida (ATERRO).
									Argila plástica pouco arenosa, com alguns pedregulhos, marrom escura (ATERRO). Bastante úmida.
					40			2,00m	
					120			2,20m	
								2,50m	Solo argilo arenoso médio, marrom esverdeado.
3					60				Solo argilo arenoso médio, marrom avermelhado.
					140			3,00m	
								3,50m	Argila bastante arenosa, marrom avermelhada pouco plástica.
4					140				Areia fina argilosa, marrom avermelhada.
					20			4,50m	
5								5,00m	Areia fina argilosa, marrom avermelhada com porções amareladas e pedregulhos.
6									Argila pouco arenosa, com coloração variando de amarelada a avermelhada.
7								7,00m	
									Argila compacta com porções avermelhadas esbranquiçadas e amareladas, com presença de óxidos (Fe ou Mn). A partir de 7.80m surge uma porção arenosa bege amarelada.
8								9,50m	
9									Final do poço até a boca (9,50m).

ÁGUA SUBTERRÂNEA

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número PM-05

DATA 10/12/03

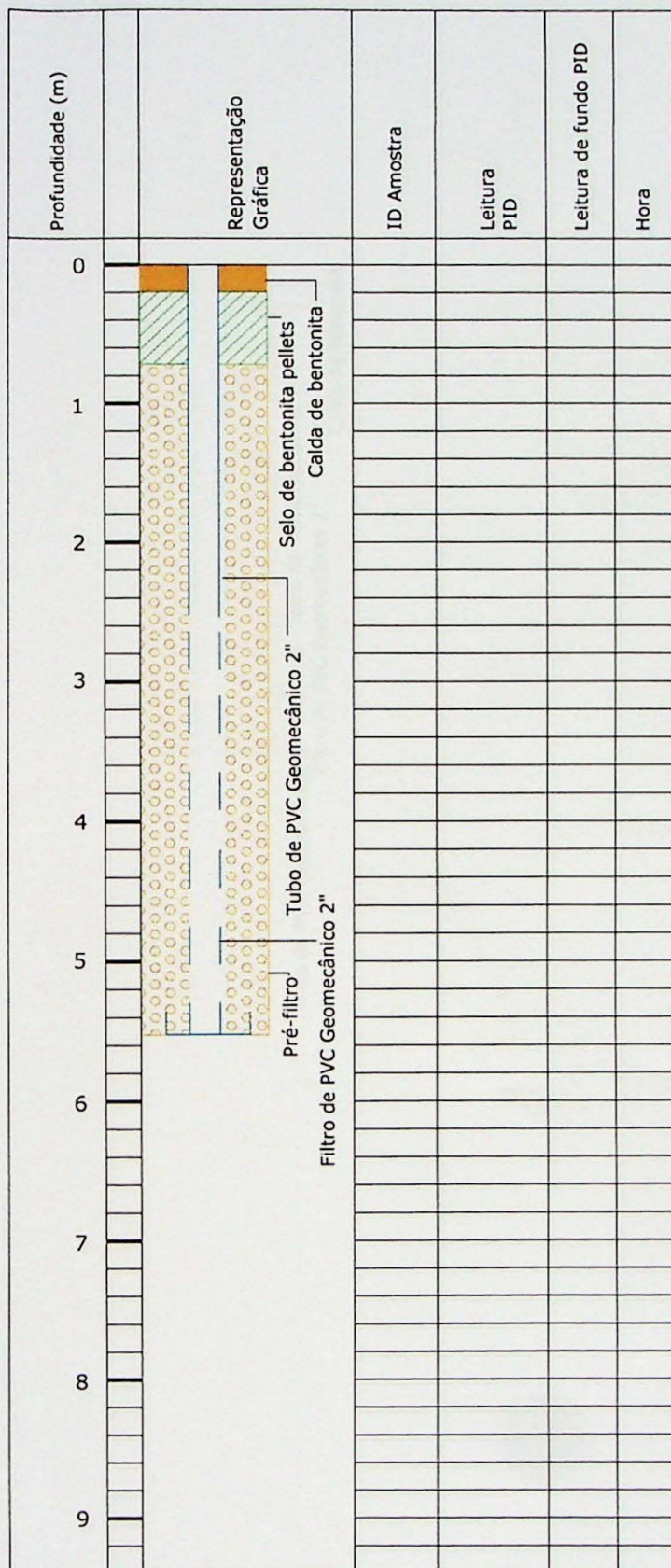
LOCALIZAÇÃO PVA montante próximo ao lago

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 3 1/2"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de fundo PID	Hora
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

OBS	Classificação Visual
0,20m	Camada vegetal
1,50m	Argila arenosa, compacta, marrom claro e cinza variegado.
2,80m	Argila silto arenosa, compacta, marrom claro.
4,80m	Argila bem arenosa, compacta marrom claro com alguns poucos seixos.
5,10m	Argila arenosa, pouco compacta marrom claro.
5,54m	Argila pouco arenosa, muito compacta marrom claro.
	Fim da sondagem
Obs: a água "chorinho" apareceu primeiramente a 3,7 depois secou e voltou a aparecer em 5,8 e voltou e secar.	

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA
4,32	8:20	11/12/03

Legenda

OQ = Odor Químico
SOQ = Sem Odor Químico
CO = Contaminação Óbvia
SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número PM-06

DATA 11/12/03

LOCALIZAÇÃO Próximo a cerca perto da ETE

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 3 1/2"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	ID Amostra	Leitura PID	Leitura de fundo PID	Hora	OBS	Classificação Visual
0						0,20m	Camada vegetal
						0,80m	Argila pouco arenosa, úmida, pouco compacta marrom variegado.
1						1,50m	Argila siltosa cinza, pouco compacta, cinza variegado, plástica úmida.
						1,80m	Argila siltosa, pouco arenosa, pouco compacta, plástica, úmida, cinza e laranja.
2						2,40m	Argila silto arenosa, pouco compacta, plástica, úmida, laranja acinzentado.
						3,50m	Argila arenosa com granulos, pouco compacta, plástica, úmida, marrom claro. Abaixo de 2,7 cai ficando avermelhado e após 3,0 fica marrom novamente e vai ficando menos arenosa.
3							Fim da sondagem
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA
1,30	8:45	11/12/03

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número ST-1

DATA 13/03/03

LOCALIZAÇÃO Lado esquerdo do PM-1

TIPO DE SONDAAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0						0			
1					260			SOQ	Aterro composto por mistura de material argilo-arenoso de cor marrom, com pequeno nível de areia de fundição de cor preta a aproximadamente 0,5m (+/- 15cm de espessura).
2					160			SOQ/SCO	Solo de alteração argilo-arenoso de coloração marrom avermelhado com grãos de quartzo milimétricos de tamanho variado.
3					140				Fim da sondagem
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número ST-1A

DATA 13/03/03

LOCALIZAÇÃO Juzante ST-1

TIPO DE SONDAAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0								SOQ	Aterro composto por argila-arenosa intercalada com pequenos níveis de areia de fundição de cor preta.
1									1,00m
2								SOQ/SCO	Aterro composto por argila-arenosa de cor marrom.
3									2,00m
4									2,20m
5									Solo de alteração argilo-arenoso marrom avermelhado com grãos de quartzo milimétricos de tamanho variado.
6									Fim da sondagem
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA
0,5m	15:00	13/03/03

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número ST-2

DATA 13/03/03

LOCALIZAÇÃO Ao lado da guia (rua)

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0						0			Aterro de brita e areia.
								0,20m	
1					80			SOQ/SCO	Solo de alteração argilo-arenoso marrom avermelhado.
2								2,30m	
									Fim da sondagem
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número ST-3

DATA 13/03/03

LOCALIZAÇÃO Entre ST-1 e ST-2

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0						0			Aterro de brita e areia.
								SOQ 0,20m	Aterro de areia de fundição de cor preta.
1					160			SOQ 0,60m	Aterro de argila-arenosa de cor marrom.
2					80			SOQ/SCO 2,00m	Solo de alteração argilo-arenoso de cor avermelhada.
3					140			SCO 2,20m	Fim da sondagem
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-1

DATA 11/12/03

LOCALIZAÇÃO Próximo ao PM-1

TIPO DE SONDAAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0						0			Aterro composto por mistura de material argilo-arenoso de cor marrom, com pequeno nível de areia de fundição de cor preta a aproximadamente 0,5m.
1								SOQ	Aterro argilo-arenoso de coloração marrom avermelhado com grãos de quartzo milimétricos de tamanho variado.
2					1180			1,8m	Fim da sondagem
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-2

DATA 11/12/03

LOCALIZAÇÃO Próximo ao PM-2

TIPO DE SONDAAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0									Aterro composto por mistura de material argilo-arenoso de cor marrom, com pequeno nível de areia de fundição de cor preta a aproximadamente 0,5m.
1					0			SOQ	Aterro argilo-arenoso de coloração marrom avermelhado com grãos de quartzo milimétricos de tamanho variado.
2									Fim da sondagem
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-3

DATA 11/12/03

LOCALIZAÇÃO Entre o PM-1 e o PM-3

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0									Aterro composto por mistura de material argilo-arenoso de cor marrom, com pequeno nível de areia de fundição de cor preta.
1					0			SOQ	Aterro argilo-arenoso de coloração marrom avermelhado.
2									Fim da sondagem
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-4

DATA 13/03/03

LOCALIZAÇÃO Próximo ao PM-6

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0								SOQ 1,3m	Argila arenosa pouco compacta, úmida, marrom veriegado
1					640				
2									Fim da sondagem
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterrânea



PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-5

DATA 17/12/03

LOCALIZAÇÃO Próximo ao PM-4

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)

Representação
Gráfica

Amostra

Matriz / Tipo

ID Amostra

Leitura de
PID da amostra

Leitura de fundo PID

Leitura de
PID no furo

OBS

Classificação Visual

SOQ

Solo de areia muito argilosa, marrom clara (usada para a
plantação)

2,0m

Fim da sondagem

100

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico

SOQ = Sem Odor Químico

CO = Contaminação Óbvia

SCO = Sem Contaminação Óbvia

Perfil de Sondagem

Ponto Número S-6

DATA 17/12/03

LOCALIZAÇÃO Próximo ao PM-4

TIPO DE SONDAGEM Trado manual

DIÂMETRO (pol.) 4"

COTA (m) _____

DATUM _____

Profundidade (m)	Representação Gráfica	Amostra	Matriz / Tipo	ID Amostra	Leitura de PID da amostra	Leitura de fundo PID	Leitura de PID no furo	OBS	Classificação Visual
0									
1									
2					0			SOQ	Solo de areia muito argilosa, marrom clara (usada para a plantação)
3								2,0m	
4									Fim da sondagem
5									
6									
7									
8									
9									

Água Subterânea

PROF. (m)	HORA	DATA

Legenda

OQ = Odor Químico
 SOQ = Sem Odor Químico
 CO = Contaminação Óbvia
 SCO = Sem Contaminação Óbvia

