



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FABIANO BARRON FURLAN

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
DADOS DO MEIO FÍSICO PARA AVALIAÇÃO E
MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ÁREAS
CONTAMINADAS**

Londrina
2005

FABIANO BARRON FURLAN

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
DADOS DO MEIO FÍSICO PARA AVALIAÇÃO E
MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ÁREAS
CONTAMINADAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Engenharia de Edificações e Saneamento, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Fernandes

Londrina
2005

Catálogo Elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F985p Furlan, Fabiano Barron.

Proposta de um sistema de gerenciamento de dados do meio físico para
avaliação e monitoramento ambiental de áreas contaminadas / Fabiano
Barron Furlan. – Londrina, 2005. 127 f.: il.

Orientador: Fernando Fernandes.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade
Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2005.

Inclui bibliografia.

1. Sistemas de informação geográfica – Teses. 2. Monitoramento ambiental –
Teses. 3. Gestão ambiental – Teses. 4. Geografia ambiental – Teses. 5. Mapeamento do
solo – Teses. I. Fernandes, Fernando. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro
de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 911.2:519.68.01

FABIANO BARRON FURLAN

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DADOS DO
MEIO FÍSICO PARA AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO AMBIENTAL
DE ÁREAS CONTAMINADAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação, em Engenharia de Edificações e Saneamento, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Fernandes
UEL – Londrina –PR

Prof. Dra. Sandra M. C. P. da Silva
UEL – Londrina –PR

Prof. Dr. André Celligoi
UEL – Londrina –PR

Londrina, 22 de dezembro de 2005

A Deus e a minha família, em especial minha mãe,
uma lição de amor pela vida.

AGRADECIMENTOS

A minha família pela união e ajuda nos momentos mais difíceis e pela educação que recebi.

Ao Prof. Dr. Fernando Fernandes, que além de orientador na graduação e pós-graduação se tornou um grande amigo. Sempre com conselhos sábios e oportunos.

A professora Sandra M. C. P. da Silva que acreditou no meu trabalho e me ofereceu a primeira oportunidade de participar de projetos científicos.

Aos docentes da pós graduação e aos que tive oportunidade de trabalhar e aprender em especial Deize Dias Lopes, André Celligoi e José P. Pinese.

Ao Centro de Tecnologia e Urbanismo da UEL, seus professores e funcionários e pela infra-estrutura disponibilizada.

Ao CNPq pelo apoio financeiro recebido através de bolsa de mestrado.

A todos que, com boa intenção, direta ou indiretamente colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

“A ciência sem a religião é parálitica
– a religião sem a ciência é cega.”

Albert Einstein

FURLAN, Fabiano Barron. **Proposta de um sistema de gerenciamento de dados do meio físico para avaliação e monitoramento ambiental de áreas contaminadas**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

RESUMO

A avaliação de áreas contaminadas requer uma gama imensa de dados referentes a recursos hídricos, solo e ar dispersos no tempo e espaço. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de criar um sistema de Informações Geográficas com a base de dados existentes até o momento e uma ferramenta SIG (2005) desenvolvida para dinamizar as análises de dados espaciais e multitemporais. O SIG mostrou-se prático e dinâmico, permitindo a realização de consultas parametrizadas e respondendo dados alfanuméricos tabulados em grides e mapas temáticos em questão de segundos. No geral, a partir do projeto de pesquisa sobre a contaminação da área do aterro controlado de Londrina, o programa analisou 78 parâmetros relacionados à qualidade da água e 34 relacionados à qualidade do solo, totalizando 4.948 registros. Após a aplicação da ferramenta como meio de avaliação dos dados existentes observou-se contaminação devido a carga orgânica (DBO entre 4 a 146 mg/L), metais pesados (Pb, Ni, Cr e Mn) e micropoluentes orgânicos (diclorobenzeno, DDT, acenafteno e diclorobenzeno). O software proposto apresentou perfeito desempenho para as finalidades previstas, permitindo a integração de novos dados, que serão necessários para conclusões mais definitivas sobre o comprometimento ambiental da área estudada.

Palavras-chave: SIG. Sistemas de informações geográficas. Banco de dados. Contaminação ambiental

FURLAN, Fabiano Barron. **Proposta de um sistema de gerenciamento de dados do meio físico para avaliação e monitoramento ambiental de áreas contaminadas**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

ABSTRACT

The valuation of affected areas requires a large quantity of resource water data, soil and air sparse in the time and space. The proposal of creation of Geographic Coordinate System based in present existents data and the creation of the GIS tools (2005) developed for improve the spatial data and historical analyses. The GIS indicated very dynamic and observance, permitting to make parametric consult and answer tabular, grid data and thematic maps in a few seconds. The software decompose 78 water parameters and 34 soil parameters totalizing 4.948 records. After tools application how the valuation of existent data, observed a contamination by organic pollution (OBD between 4 and 146 mg/L), heavy metal (Pb, Ni, Cr and Mn). The proposed software presents excellent performance to the foreseen finality, admit of news data integration that will be necessaries for the definitive conclusions about the environmental implication of the investigated place.

Keywords: GIS. Geographic information system. Data base. Environmental pollution.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa de resíduos sólidos no Brasil	22
Tabela 2 – Distribuição da população do município de Londrina e do estado do Paraná	35
Tabela 3 – Evolução da produção de resíduos sólidos entre 1993 e 2002 no município de Londrina	45
Tabela 4 – Localização espacial e dados dos poços de monitoramento no aterro controlado do município de Londrina e adjacências	56
Tabela 5 – Localização espacial dos e dados furos de sondagem e trado no aterro controlado do município de Londrina e adjacências	61
Tabela 6 – Valores orientadores para solos e águas subterrâneas do Estado de São Paulo	68
Tabela 7 – Relação de parâmetros analisados no meio água no poços de monitoramento e nascente do córrego PiriQUITOS	77
Tabela 8 – Profundidades de coleta das amostras para as análises de solo da área do aterro	78
Tabela 9 – Parâmetros analisados no solo na área do aterro e adjacências	79
Tabela 10 – Valores de chumbo encontrados acima dos valores de intervenção no meio água na área do aterro controlado e adjacências.....	94
Tabela 11 – Valores de chumbo encontrados acima dos valores de alerta (CETESB, 2001) no meio solo na área do aterro controlado e adjacências.....	96
Tabela 12 – Valores de manganês encontrados acima dos valores de intervenção no meio água na área do aterro controlado e adjacências.....	98
Tabela 13 – Resultados de análises de solo com valores superiores aos valores de intervenção na área do aterro controlado e adjacências.....	98
Tabela 14 – Valores de condutividade dos PM da área do aterro controlado e adjacências.....	99
Tabela 15 – Histórico de análises de pH na área do aterro, entorno e saída da lagoa de estabilização	101

Tabela 16 – Resultados das análises de micro-poluentes orgânicos em que foram detectados os parâmetros nos poços de monitoramento	102
Tabela 17 – Resultados das análises de coliformes fecais e totais dos poços de monitoramento e nascente do córrego Piriquitos.....	102
Tabela 18 – Valores encontrados no banco de dados com valores de DBO superiores a 3,0 mg/L nos poços de monitoramento e nascente do córrego Piriquitos	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição do Produto Interno Bruto nas regiões geográficas do Brasil.....	23
Figura 2 – Percentual da população, PIB e geração de resíduos por região.....	24
Figura 3 – Destinação final dos resíduos sólidos por número de municípios no Brasil.....	25
Figura 4 – Destinação final dos resíduos sólidos em peso no Brasil.....	25
Figura 5 – Evolução da destinação final de resíduos sólidos entre 1991 e 2000	26
Figura 6 – Distribuição da destinação de resíduos sólidos em % no Brasil e suas regiões geográficas.....	26
Figura 7 – Localização do aterro controlado no contexto estadual, municipal e bacia hidrográfica em que se encontra.....	33
Figura 8 – Localização do aterro sanitário em relação aos limites do município, perímetro urbano e bacias hidrográficas	34
Figura 9 – Localização do aterro controlado do município de Londrina no contexto urbano.....	36
Figura 10 – Área de recarga, traços de fraturas e/ou falhamentos, drenagens no entorno do aterro controlado.....	39
Figura 11 – Modelagem tridimensional da área do aterro e áreas a adjacentes (EV:3X). Em vermelho a área do aterro controlado e em alaranjado as áreas adjacentes	41
Figura 12 – Mapa clinográfico da região do aterro controlado do Município de Londrina.....	42
Figura 13 – Mapa de declividade da região do aterro controlado do Município de Londrina.....	43
Figura 14 – Mapa de hipsométrico da região do aterro controlado do Município de Londrina.....	44
Figura 15 – Detalhe dos drenos horizontais implantados na área antiga do aterro	46
Figura 16 – Detalhe dos drenos horizontais feitos de pneus	47
Figura 17 – Detalhe dos drenos verticais de gás	47

Figura 18 – Detalhe dos drenos de água superficial, linha de drenagem paralela à divisa	48
Figura 19 – Esquema da aplicação do método indireto de eletroresistividade	50
Figura 20 – Mapa de resistividade aparente, nível 2 do dipolo–dipolo	52
Figura 21 – Mapa de resistividade aparente, nível 4 do dipolo–dipolo	53
Figura 22 – Detalhe da perfuração do PM 06	55
Figura 23 – Perfil construtivo e hidrogeológico do poço de monitoramento 5.....	55
Figura 24 – Localização dos poços de monitoramento no aterro e áreas adjacentes	57
Figura 25 – Superposição dos poços de monitoramento ao levantamento geofísico de eletroresistividade nível dipolo–dipolo 2	58
Figura 26 – Magnitude e sentido de fluxo das águas superficiais.....	59
Figura 27 – Modelagem tridimensional do terreno e sentido do escoamento superficial.....	60
Figura 28 – Detalhe do ensaio de SPT in situ.....	61
Figura 29 – Detalhe da perfuração a trado manual.....	61
Figura 30 – Localização geográfica dos furos de sondagem (SPT).....	62
Figura 31 – Superposição dos furos de sondagem ao levantamento geofísico de eletroresistividade nível dipolo–dipolo 2	63
Figura 32 – Desenvolvimento do poço de monitoramento.....	64
Figura 33 – Coleta de amostra do poço do monitoramento com bailer.....	64
Figura 34 – Coleta de amostra com o trado de avanço da sondagem.....	65
Figura 35 – Homogeneização das amostras de solo	65
Figura 36 – Acondicionamento do solo em sacos plásticos.....	65
Figura 37 – Estrutura geral do Sistema de Informações Geográficas utilizado no estudo de caso	71
Figura 38 – Rede irregular triangular e modelagem de superfície 3D.....	74
Figura 39 – Estrutura e organização do Banco de Dados Geográficos (BDG)	74
Figura 40 – Tela utilizada para cadastro do meio a ser analisado	80
Figura 41 – Tela de cadastro de classificação do elemento ou parâmetro analisado	81
Figura 42 – Tela para cadastro de novos tipos de análises (tela de definição do meio).....	82

Figura 43 – Tela de cadastro dos tipos de análise vinculada ao meio e cadastro de unidade, classificação do elemento, valores de alerta, intervenção e referência.....	83
Figura 44 – Tela de cadastro de resultados das análises.....	85
Figura 45 – Tela de consulta por elemento.....	86
Figura 46 – Consulta de resultados de análises	87
Figura 47 – Interface da consulta parametrizada.....	88
Figura 48 – Tela para construção de estruturas condicionais.....	89
Figura 49 – List view de resultados da consulta parametrizada.....	91
Figura 50 – Tela de ativação e ativação de layer.....	93
Figura 51 – Pontos com valores de chumbo superiores aos valores de intervenção	95
Figura 52 – Representação dos SPTs com valores das análises superiores ao valores orientadores de alerta.....	97
Figura 53 – Destaque dos PMs com valores de condutividade superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$	100

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO	17
1.1.1 Objetivos Específicos	18
1.2 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	18
1.3 ASPECTOS LEGAIS.....	20
1.4 SITUAÇÃO DE ALGUNS ATERROS SANITÁRIOS NO MUNDO.....	21
1.5 SITUAÇÃO ATUAL DOS ATERROS NO BRASIL	21
1.5.1 Produção de Resíduos Sólidos no Brasil.....	22
1.5.2 Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil.....	24
2 IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS CAUSADOS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO	28
2.1 SENSIBILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA.....	28
2.2 QUANTIDADE E QUALIDADE DOS RESÍDUOS ATERRADOS	30
2.3 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL E OPERAÇÃO DO ATERRO CONTROLADO OU VAZADOURO A CÉU ABERTO	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO.....	31
3.1.1 Histórico da Área	31
3.1.2 Localização e Características da Área	31
3.1.3 O Aterro Controlado no Contexto Municipal	35
3.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLÓGICA	36
3.3 ESTRUTURAS	38
3.5 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA.....	38
3.5 PEDOLOGIA.....	39
3.6 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA	40
3.7 GEOMORFOLOGIA.....	40
3.8 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA	44
3.9 INFRA-ESTRUTURA DO ATERRO	45
3.9.1 Impermeabilização.....	45
3.9.2 Drenos de Gás e Chorume.....	46

3.9.3 Drenos de Escoamento Superficial (Deflúvio)	47
3.9.4 Isolamento e Segurança da Área	48
3.10 AVALIAÇÃO DA ÁREA	48
3.10.1 Levantamento Geofísico	49
3.10.2 Poços de Monitoramento	54
3.10.3 Furos de Sondagem do Tipo SPT	60
3.10.4 Coleta das Amostras de Água	63
3.10.5 Coleta das Amostras de Solo	64
3.10.6 Análise das Amostras de Água	66
3.10.7 Análise de Solo	66
3.10.8 Valores Referenciais para Solos e Águas Subterrâneas	66
3.11 USO DO SIG	69
3.11.1 Sistema Cartográfico	72
3.11.2 Base Cartográfica	72
3.11.3 Processamento Digital de Imagens de Satélite	73
3.11.4 Modelagem Digital de Terreno (MDT)	73
3.11.5 Desenvolvimento e Utilização da Ferramenta	75
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
6.1 AGRUPAMENTO DOS DADOS DE ACORDO COM SUA ABRANGÊNCIA AMBIENTAL	76
6.1.1 Cadastro de Materiais	80
6.1.2 Cadastro de Classificação do Elemento	81
6.1.3 Cadastro dos Tipos de Análises	82
6.1.4 Cadastro dos Resultados das Análises	84
6.2 CONSULTA	85
6.2.1 Consulta por Elemento	85
6.2.2 Consulta de Resultado das Análises	86
6.2.3 Consulta Parametrizada	87
7 APLICAÇÃO DO SOFTWARE À ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS E FURAS DE SONDAJENS SITUADOS NA REGIÃO DO ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA	94
8 CONCLUSÕES	104

9 REFERÊNCIAS..... 108

10 ANEXOS..... 111

1 INTRODUÇÃO

Devido às grandes quantidades geradas e seu potencial poluidor no solo, águas e ar, a questão dos resíduos sólidos urbanos passou a ser um dos pontos referenciais quando se trata da preservação ambiental. A Agenda 21, em seu capítulo 21 – Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas à esgotos, relaciona a questão dos resíduos sólidos à proteção das águas, desenvolvimento sustentável de estabelecimentos humanos, promoção da salubridade e mudança nos padrões de consumo.

A Agenda 21 cita como linhas estratégicas a redução na produção de resíduos, a maximização do reaproveitamento e reciclagem, promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudável e ampliação do alcance dos serviços que se ocupam com resíduos.

Esta preocupação é recente. Em 1880, nos Estados Unidos, apenas 43% das cidades dispunham de algum tipo de coleta de resíduos sólidos (MCBEAN et al., 1995) e até os anos 50, na Europa e Estados Unidos eram comuns as descargas a céu aberto. Nos anos 50, mesmo nos países desenvolvidos, os poucos aterros sanitários eram projetados e construídos com poucos elementos de engenharia. Foi também nos meados da década de 50, que a engenharia passou a definir de forma mais precisa as técnicas aplicáveis aos aterros sanitários, com o objetivo de evitar os impactos gerados pelos odores, fumaça, contaminação do solo e águas, geração de vetores e outros impactos associados aos aterros.

A partir dos anos 70 investigou-se várias outras formas de tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos, porém de modo geral, um aterro sanitário é sempre necessário no final do processo, pois sempre existem resíduos inaproveitáveis, cinzas ou outras formas de resíduos finais que necessitam de um aterro para sua disposição final.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos domiciliares é uma tarefa das prefeituras municipais, existindo uma carência muito grande de diretrizes, recursos e políticas definidas para o setor. Isto fez com que as disposições a céu aberto fossem a alternativa mais praticada pelos municípios para a disposição de seus resíduos.

Desta forma, a grande maioria das áreas de disposição a céu aberto no Brasil foram implantadas anteriormente à Lei Federal 6.938, de 31/08/81, que

estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente, e portanto não possuem Licenciamento Ambiental. Mesmo assim, os Órgãos Ambientais sempre pressionaram as prefeituras no sentido de melhorar as condições de seus “lixões”, o que fez com que muitos deles passassem à categoria de “aterros controlados”, cuja vida útil é sempre prorrogada, mas que inexoravelmente chega a um ponto no qual a mudança para outra área é inevitável.

Esta é a situação de muitos, talvez a maioria dos municípios brasileiros: há uma área definida para um novo aterro, porém a efetivação da mudança é lenta, tendo em vista os estudos e discussões necessárias, mas tal fato acontecerá em futuro próximo de qualquer forma. Então a questão que se coloca é o que fazer na área desativada? Qual o grau de impacto sofrido pela área e sua relevância ambiental? Sabe-se que uma área de disposição de resíduos a céu aberto é sempre um passivo ambiental, porém como avaliar de forma concreta o impacto e definir as intervenções necessárias? São estas questões que motivaram este trabalho, desenvolvido com base no aterro controlado de Londrina e que pode responder, ainda que parcialmente às questões acima aludidas. Some-se a este fato, a existência de áreas contaminadas por algumas atividades econômicas e que necessitam de avaliação.

Em todos estes casos, do ponto de vista dos estudos e pesquisas, a manipulação de um grande número de dados do meio físico (solo, subsolo, águas), que apresentam variação temporal e geográfica, passa a ser um grande problema a ser encarado.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma ferramenta baseada em princípios de Sistemas de Informações Geográficas que auxilie na análise de dados espaciais e temporais de áreas contaminadas. Como base física de estudos utilizou-se os dados levantados na área contaminada pelo aterro controlado do Município de Londrina e áreas a jusante do mesmo.

111 Objetivos Específicos

- Elaborar um sistema informatizado de tratamento de dados do meio físico através da união de um banco de dados com um sistema georreferenciado, aplicado à análise de áreas contaminadas.
- Disponibilizar as informações de maneira georreferenciada de maneira que novos dados de monitoramento possam ser acrescentados ao banco de dados.
- Viabilizar um sistema que viabilize a pesquisa de todas as informações que se encontram no banco de dados geográfico de acordo com a necessidade a fim de otimizar o tempo do usuário.
- Possibilitar a criação de consultas parametrizadas comparando mais de duas expressões condicionais.
- Permitir a exploração racional dos dados levantados no estudo de caso do aterro controlado de Londrina.

1.2 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Segundo a Norma ABNT NBR 10.004 - Resíduos Sólidos (2004), são considerados resíduos sólidos os resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam das atividades industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição, incluindo-se os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto, soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível.

Observa-se que a definição da norma é bastante abrangente, incluído todos resíduos gerados no meio urbano, inclusive aqueles que não se apresentam exatamente no estado sólidos, como os lodos de esgoto.

Ainda de acordo com a mesma Norma os resíduos sólidos são classificados em três classes:

- **Classe I – perigosos:** são aqueles que apresentam periculosidade, isto é, podem colocar em risco a saúde pública e/ou meio ambiente, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas; ou uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- **Classe II – não inertes:** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos perigosos ou inertes. Podem apresentar propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;
- **Classe III – inertes:** quaisquer resíduos que, quando amostrados segundo a Norma NBR 10.007 e submetidos a teste de solubilização segundo a Norma NBR 10.006, atenderem aos padrões de potabilidade de água, executando-se os padrões aspecto, cor, turbidez e sabor.

Alguns resíduos como restos de vidro, por exemplo, são facilmente classificáveis como inertes (Classe III), porém a maioria dos resíduos não permite uma classificação imediata e para isto as normas NBR 10.005 – Procedimentos para obtenção do extrato lixiviado de resíduos sólidos (2004) e NBR 10.006 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos (2004) definem procedimentos para os testes de lixiviação e solubilização, que permitem o enquadramento do resíduo.

Do ponto de vista do gerenciamento, os resíduos sólidos também podem ser classificados quanto a sua origem, isto é, resíduos domiciliares, comercial, de varrição e feiras livres, serviços de saúde e hospitalares, portos, aeroportos e terminais ferro e rodoviário, industriais, agrícolas, sistemas de tratamento de esgoto e entulhos da construção civil.

O nível de contaminação de uma área será influenciado diretamente pela qualidade e quantidade de resíduos dispostos nela.

1.3 ASPECTOS LEGAIS

A Constituição Federal, promulgada em 1998, estabelece em seu artigo 23, inciso VI, que “compete a União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”. O artigo 24 estabelece a competência da União, dos Estados e do Distrito Federal em legislar concorrentemente sobre “[...] proteção do meio ambiente e controle da poluição” (inciso VI), o artigo 25, é previsto que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum ao povo, essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, ainda no artigo 30, incisos I e II, estabelece que cabe ainda ao poder público municipal “legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e estadual no que couber”.

A lei Federal nº 6.938, de 31/8/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, institui a sistemática de Avaliação de Impacto Ambiental para atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras da qualidade ambiental, com a criação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

A lei Federal de Crimes Ambientais (Brasil, nº 9605 de fevereiro de 1998) dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Em seu artigo 54, parágrafo 2º, inciso V, penaliza o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos. No parágrafo 3º do mesmo artigo, a lei penaliza quem deixar de adotar, quando assim exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreparável (ZANTA; FERREIRA, 2003).

Segundo a Constituição Federal, artigo 30, o destino final dos resíduos sólidos domésticos é de atribuição dos municípios. As indústrias por sua vez, são obrigadas a gerir o destino final do lixo que produzem. Se as mesmas optarem por sistemas próprios para disposição final deverão estar enquadradas dentro dos padrões legais e regulamentares vigentes. Nesse tocante, a Resolução CONAMA nº 006, de 15 de junho de 1988, define os empreendimentos que devem necessariamente gerir o destino dos resíduos.

Nota-se a falta de uma Política Nacional para os resíduos sólidos. De fato, existe o Projeto de Lei n.3.606 de 2.000, apenso ao PL 203 de 1991, que formula a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Este projeto já foi amplamente discutido, inclusive pelos profissionais da área e espera-se sua aprovação em breve.

No Paraná, a Lei 12.493 de 22/01/1999 estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes á geração, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos no Estado.

1.4 SITUAÇÃO DE ALGUNS ATERROS SANITÁRIOS NO MUNDO

Percebe-se que embora alguns países de primeiro mundo tenham infra-estrutura e recursos disponíveis, também sofrem problemas ligados à disposição de resíduos sólidos, a alta produção *per capita* (2,0 Kg/hab dia em Nova York) aliada à falta de áreas adequadas para disposição final de resíduos é motivo de preocupação para alguns países, pois têm que transportar seus resíduos a distâncias superiores a 500 Km do pólo gerador, onerando os custos para municipalidade. Nos Estados Unidos o uso de aterros sanitários é bastante alto, mas na Europa, uma Diretiva da CEE proíbe a instalação de novos aterros a partir de 2003, à exceção daqueles destinados a resíduos últimos.

Em todos os países desenvolvidos, os passivos ambientais gerados pelos antigos aterros estão sendo de alguma forma remediados.

1.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ATERROS NO BRASIL

No Brasil, país de dimensões continentais, apesar de muitas áreas ainda não serem urbanizadas, também sofre com problemas inerentes às áreas onde estão locados alguns aterros e vazadouros a céu aberto, por exemplo, a seleção de áreas de deposição sem estudo prévio de aptidão para a área em questão.

A distribuição dos resíduos sólidos no Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002) se dá desta forma, lixões ou vazadouros a céu aberto (63,3%), aterros controlados (18,4%) e aterros sanitários (13,8%). Os 5% restantes não declaram a forma de disposição de seus resíduos. Quanto aos lixões, a ausência de infra-estrutura e má operação são evidentes. Já os

aterros controlados, embora grande parte tenha implantado melhorias, como drenagem de gases e percolados, drenagem de águas pluviais, isolamento da área, muitos deixam a desejar na operação dos aterros, como o recobrimento diário dos resíduos, compactação adequada, separação dos resíduos provenientes de serviços de saúde.

Além dos problemas encontrados como ausência de infra-estrutura e má operação, outro fator polemico é a locação de áreas para novos aterros sanitários. Embora sejam utilizados critérios técnicos, como superposição de mapas, sistemas de informações geográficas, vistorias e análise *in loco*, depois da definição das áreas a serem instalados os aterros, a população que vive nas adjacências se mobilizam e impedem a continuidade do processo. E enquanto isso, aterros e lixões com a vida útil comprometida continuam a receber resíduos até que alguma solução definitiva seja tomada pelo poder público.

Dentre os problemas citados, aterros como o da Cachimba (Curitiba) e aterro do município de Londrina, se enquadram nesse painel.

1.5.1 Produção de Resíduos Sólidos no Brasil

No Brasil de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002), são coletados cerca de 228.413 toneladas/dia de resíduos sólidos diariamente, sendo 125.258 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares. A Tabela 1 apresenta a produção de resíduos per capita no Brasil e regiões.

Tabela 1 – Estimativa de resíduos sólidos no Brasil

	População (2.000)		Geração de resíduos		Geração per capita
	Nº hab	(%)	(ton/dia)	(%)	(Kg/hab/dia)
Brasil	169.799.170	100	228.413	100	1,35
Norte	12.900.704	7,6	11.067	4,8	0,86
Nordeste	47.741.711	28,1	41.558	18,2	0,87
Sudeste	72.412.411	42,6	141.617	62,0	1,96
Sul	25.107.616	14,8	19.875	8,7	0,79
Centro - Oeste	11.636.728	6,9	14.297	6,3	1,23

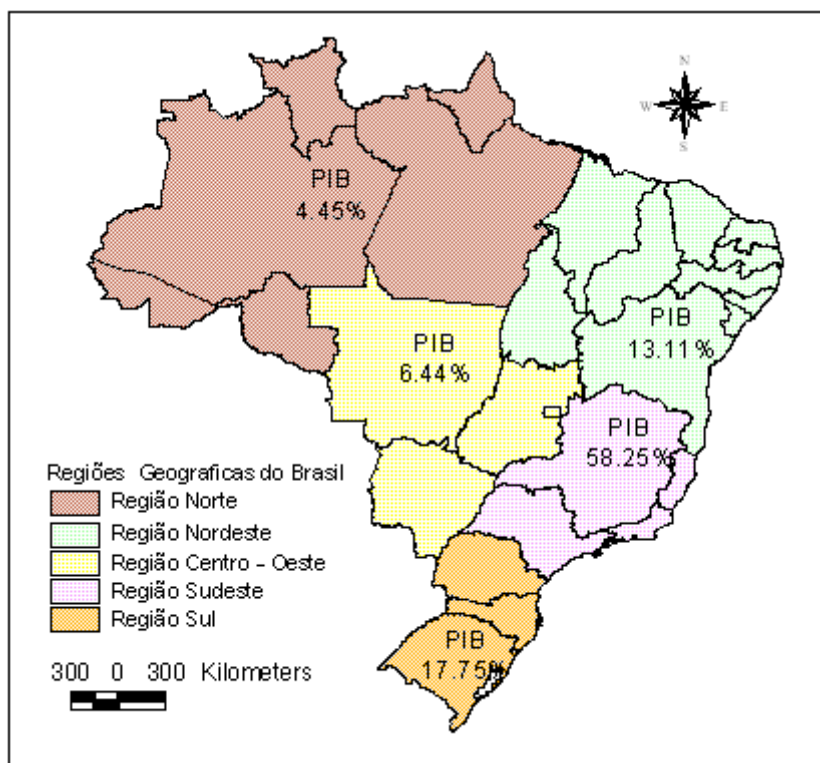
Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000)

Cabe ressaltar que na produção de resíduos sólidos per capita demonstrado na Tabela 1 a estão sendo considerados não só os resíduos sólidos

domiciliares, mas sim, os resíduos públicos, domiciliares (urbanos). A produção per capita de resíduos sólidos domiciliares seria em média de 740 gramas.

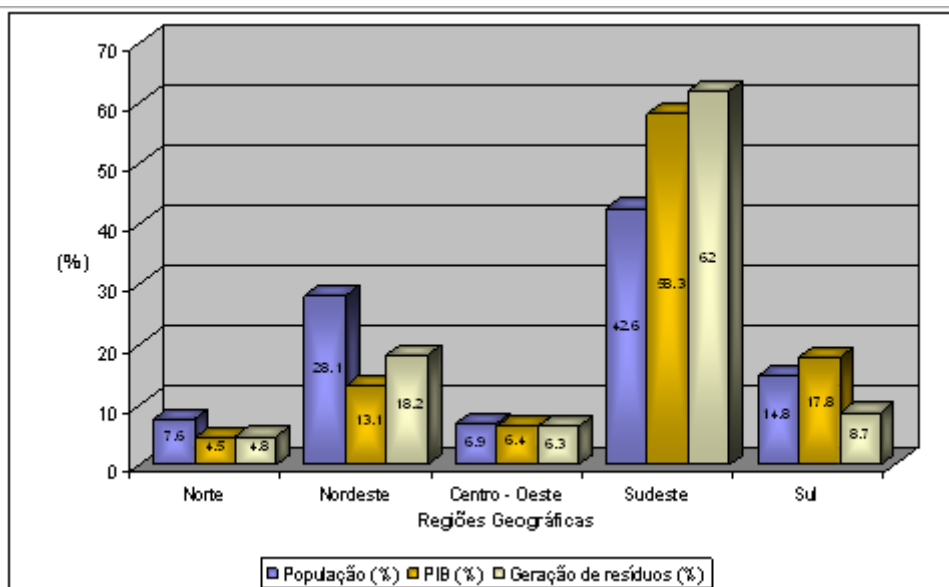
Nota-se também a grande relação entre o percentual do Produto Interno Bruto em porcentagem (PIB) com a geração de resíduos por regiões, como podemos ver na Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 – Distribuição do Produto Interno Bruto nas regiões geográficas do Brasil



Fonte: (IBGE, 2000)

A Figura 2 apresenta o percentual da população, PIB e geração de resíduos nas regiões geográficas do Brasil.

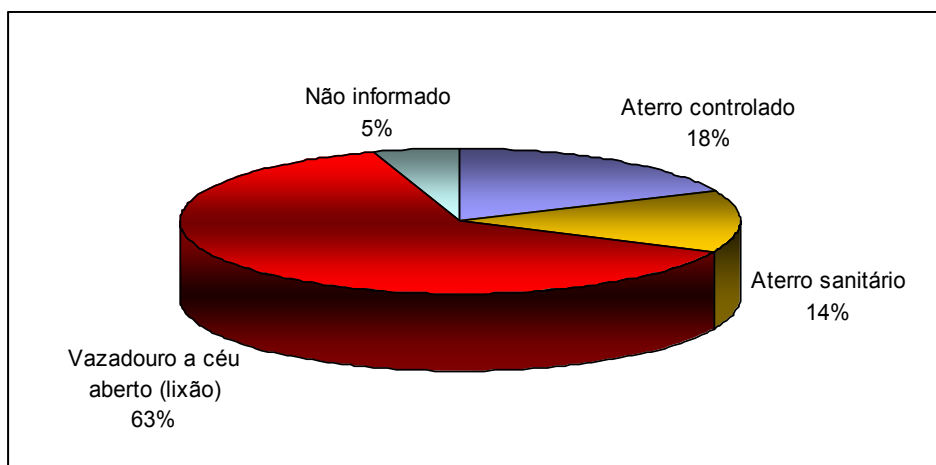
Figura 2 – Percentual da população, PIB e geração de resíduos por região

Fonte: (IBGE, 2000)

1.5.2 Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil

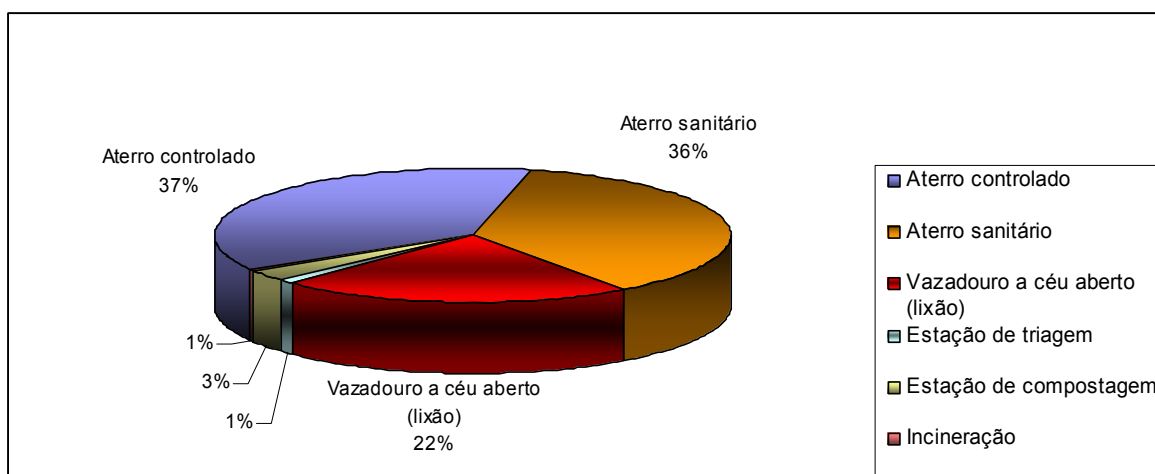
Atualmente notam-se melhoras no que tange a destinação final de resíduos sólidos no Brasil, embora as mudanças estejam acontecendo lentamente, nota-se a diminuição das disposições em vazadouros a céu aberto e aumento dos aterros controlados e aterros sanitários. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2002), 63,1% dos municípios no Brasil ainda tem com forma de disposição final os lixões (vazadouros a céu aberto) o que denota ainda uma grande carência de infra-estrutura nas áreas de deposição no país. Dentre alguns fatores que podem estar relacionados às melhoras podem ser creditados: a conscientização da população, forte atuação do Ministério Público junto às prefeituras que estão assinando os Termos de Ajuste de Conduta para recuperação dos lixões e na fiscalização do cumprimento, fomento do governo federal através do Fundo Nacional do Meio Ambiente e apoios de alguns governos estaduais. As Figuras 3 e 4 apresentam a destinação final de resíduos sólidos por número de municípios e por peso no Brasil respectivamente.

Figura 3 – Tipos de destinação final dos resíduos sólidos por número de municípios no Brasil



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000)

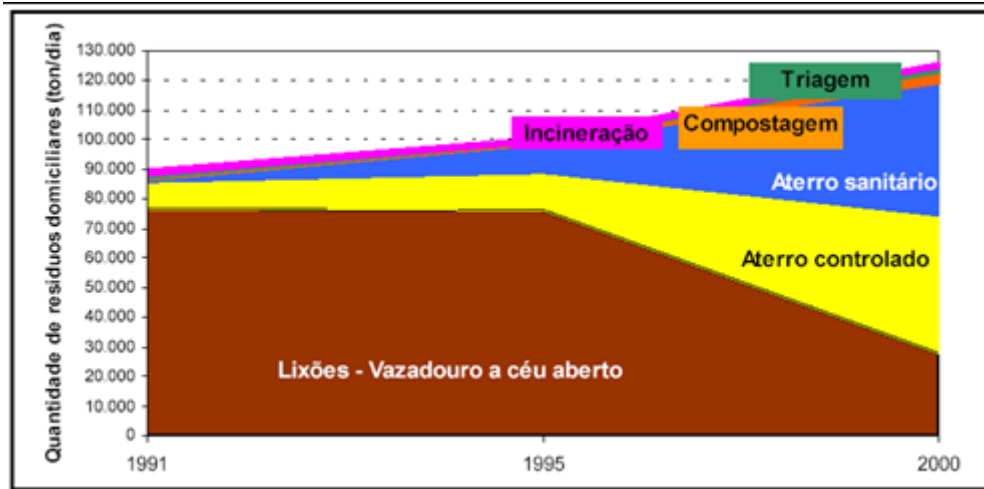
Figura 4 – Destinação final em peso dos resíduos sólidos no Brasil



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000)

Nota-se grande porcentagem de resíduos sólidos em peso nos aterros sanitários e controlados devido ao crescimento do número de aterros sanitários em grandes pólos geradores de resíduos e melhorias implantadas em lixões os transformando em aterros controlados. A Figura 5 mostra a evolução da destinação final de resíduos sólidos entre os anos de 1991 e 2000.

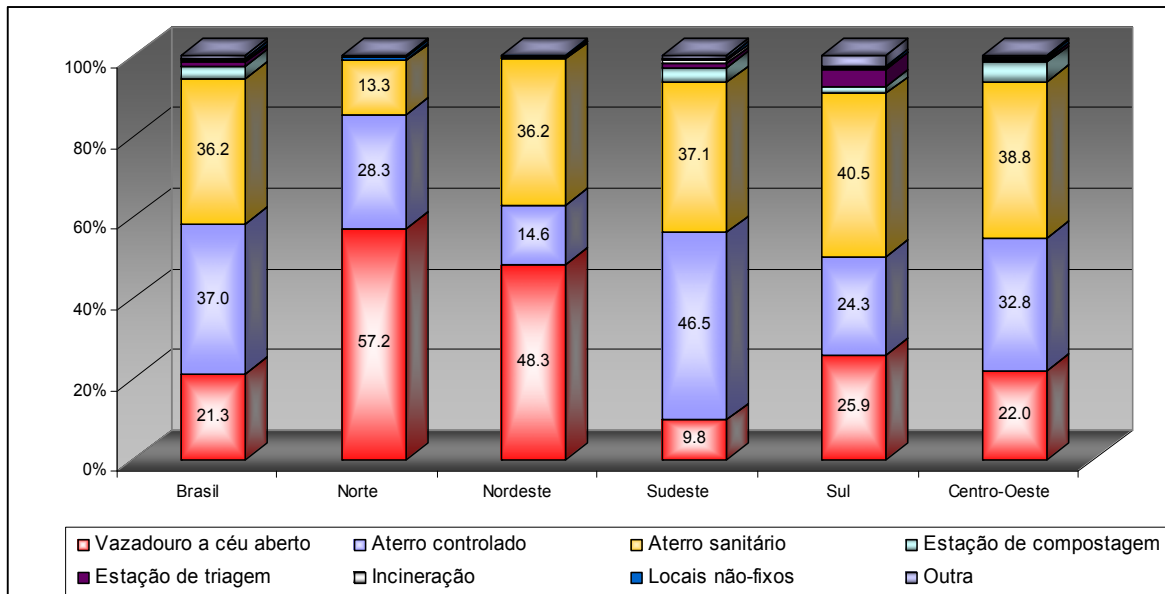
Figura 5– Evolução da destinação final de resíduos sólidos entre 1991 e 2000



Fonte: Jucá (2004)

A Figura 6, demonstra a distribuição da destinação de resíduos sólidos em % no Brasil e suas regiões geográficas.

Figura 6 – Distribuição da destinação de resíduos sólidos em % no Brasil e suas regiões geográficas



Fonte: (PNSB, IBGE, 2000)

É importante ressaltar que os gráficos apresentados que têm como fonte o PNSB (Programa Nacional de Saneamento Básico, IBGE-2000) podem ter sido demasiadamente otimistas, pois o IBGE levanta os dados diretamente dos

órgãos responsáveis pela execução dos serviços de limpeza urbana, onde na grande maioria são executados pelas prefeituras municipais e estão sujeitos exposição às deficiências no sistema.

2 IMPACTOS AMBIENTAIS POTENCIAIS CAUSADOS PELA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO

A disposição inadequada de resíduos sólidos no solo pode gerar vários impactos no meio físico, biótico e antrópico. A magnitude dos impactos gerados vai depender das seguintes variáveis:

- Sensibilidade ambiental da área
- Qualidade e quantidade de resíduos depositada
- Instalações e operação local do aterro controlado ou vazadouro a céu aberto.

2.1 SENSIBILIDADE AMBIENTAL DA ÁREA

A sensibilidade ambiental de uma área pode ser definida como o grau de impacto potencial que pode ocorrer, em função de um determinado fator impactante. Neste caso, os fatores que determinam a sensibilidade ambiental de uma área são os mesmos fatores considerados para um processo de escolha de área apta. Estes critérios são normalmente utilizados para avaliação de questões como: legislação de uso e ocupação do solo, distâncias dos recursos hídricos, de manchas urbanas, de rodovias, profundidade das águas subterrâneas, pedologia, geologia, declividade do terreno, vida útil do aterro e usos futuros da área. Nesse contexto o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) e aplicações de sensoriamento remoto podem contribuir para avaliações complexas em grandes extensões territoriais, otimizando o tempo, reduzindo custos e facilitando o planejamento e a tomada de decisões.

Os sistemas de informações geográficas têm a capacidade de armazenar e processar dados provenientes de diversas fontes e combiná-los para gerar informações relevantes. Estes dados podem ser relatórios, gráficos ou cartografia temática. O sensoriamento remoto compreende o conjunto de técnicas que utilizam sensores para captar e registrar a energia refletida ou emitida por objetos, sem contato direto com os mesmos. Atualmente inúmeros satélites transportam esses sensores a bordo que têm a capacidade de gerar diferentes tipos de imagens, com resoluções que podem chegar a 1 metro de resolução espacial e dependendo do satélite uma grande resolução espectral que vai depender do

número de bandas espectrais, quanto maior o número de bandas menor será o intervalo espectral e maior sua resolução espectral (CROSTA, 1999). Na área ambiental as imagens mais utilizadas são as dos satélites SPOT (resolução espacial entre 20 e 2,5 metros) e imagens da série LANDSAT (resolução espacial entre 30 e 15 metros) que possuem uma grande resolução espectral.

Após a extração das informações contidas nas imagens como remanescentes florestais, manchas urbanas, áreas passíveis de alagamento, uso do solo, estas informações são vetorizadas em softwares CAD onde são separadas em *layers* temáticos e realizado o *link* ao banco de dados para posterior análise no SIG.

Vários são os critérios de exclusão citados na literatura, na maioria levando se em conta as determinações da Legislação Ambiental vigente. No Estudo Ambiental Prévio para Localização de Áreas Aptas para Implantação do novo Aterro Sanitário do Município de Londrina (2001), levaram-se em conta os seguintes critérios de exclusão para a escolha preliminar de áreas.

- Distância dos recursos hídricos
- Distância das rodovias federais e estaduais
- Malha urbana.
- Proximidade de núcleos populacionais
- Áreas de preservação
- Pedologia
- Topografia (entre 3 e 20%)
- Distância de Aeroportos

O solo e as características hidrogeológicas do local são os principais fatores a serem avaliados, do ponto de vista físico, na implantação de um aterro sanitário. Estudos do perfil do solo, granulometria, permeabilidade, sensibilidade á erosão, profundidade do lençol freático, direção dos fluxos subterrâneos, usos da água, importância dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, são os principais pontos a serem avaliados na sensibilidade ambiental de uma área.

2.2 QUANTIDADE E QUALIDADE DOS RESÍDUOS ATERRADOS

Um aterro sem controle pode ter recebido resíduos industriais de periculosidade desconhecida. Caso seja este o caso, então o meio pode estar contaminado por micro-poluentes orgânicos e metais pesados.

Quando o aterro tem controle de descargas e há segurança de que os resíduos depositados são domiciliares, resta o potencial de contaminação devido à biodegradação da matéria orgânica, podendo haver outros tipos de contaminantes mas em menor escala. Neste caso, a geração de chorume e gases são os principais fatores impactantes, sendo que o grau de impacto estará ligado à quantidade de resíduos depositada.

2.3 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL E OPERAÇÃO DO ATERRO CONTROLADO OU VAZADOURO A CÉU ABERTO

Uma área de descarga de resíduos sólidos é sempre alterada cotidianamente, pois à medida em que os resíduos são descarregados, eles podem ser recobertos ou não, o chorume pode ser drenado ou mantido na massa de lixo, enfim existem vários fatores relativos à infra-estrutura do local e à sua operação que podem atenuar ou não o impacto ambiental provocado.

Os principais fatores relativos às instalações e operação da área são os seguintes:

- Impermeabilização da camada de base.
- Drenagem pluvial permanente e temporária.
- Compactação e recobrimento do lixo.
- Drenagem do chorume.
- Tratamento do chorume
- Drenagem de gás
- Isolamento e controle da área.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO

3.1.1 Histórico da Área

O aterro controlado do Município de Londrina começou a receber resíduos na década de 70, mais precisamente em 1977. A área de deposição de resíduos foi escolhida sem critérios técnicos. O lixo era simplesmente depositado sobre terreno, sem ser recoberto com a camada de solo funcionava como um vazadouro a céu aberto. Não existia infra-estrutura alguma na época em que a deposição se deu por iniciada.

Em virtude de o aterro controlado ser operado antes da Lei que exigia o Licenciamento Ambiental (6938/81), ele nunca foi licenciado.

Em 1993, foi realizado um estudo técnico por engenheiros civis, sanitaristas, geotécnicos e geólogos. Este estudo visou levantar informações sobre o solo, subsolo, águas superficiais e sub-superficiais. Foram feitos em 5 pontos, sondagens do tipo SPT (*Standard Penetration Test*), instalados 5 poços de monitoramento, destes 2 foram perdidos após serem cobertos com lixo.

Algumas das melhorias propostas pelos pesquisadores foram: implantação de um sistema de tratamento de percolados, drenos de gás, drenos de chorume, drenagem das águas pluviais no entorno do maciço, isolamento da área com cerca, isolamento com cortina vegetal (Sanção do campo), dentre outras.

Após a implantação das melhorias o lixão passou a ser um aterro controlado. Até 1993 o aterro foi operado pela prefeitura de Londrina. A partir deste ano sua operação foi concedida a uma empresa privada (VEGA Engenharia Ambiental S A) , até 2002, quando houve Licitação Pública e outra empresa privada passou a opera-lo (Paviservice Engenharia).

3.1.2 Localização e Características da Área

O município de Londrina está localizado na região norte do Paraná que por sua vez pertence à região sul do País.

O aterro está localizado na região sudeste de Londrina entre as coordenadas: latitude sul ($23^{\circ}20'46''$, $23^{\circ}20'15''$) e longitude oeste ($51^{\circ}06'31''$, $51^{\circ}06'07''$), a jusante do aterro encontra-se a nascente do Córrego Piriquitos que pertence a microbacia hidrográfica do Ribeirão Cambé que por sua vez é tributária da bacia hidrográfica do Rio Tibagi. O local, denominado lote 23 C-1 da Gleba Cambé tem a área de 19.264 ha, fica próximo ao aeroporto de Londrina possuindo acesso pavimentado pela estrada Água do Limoeiro. Cabe ressaltar que a estrada do Limoeiro a montante do aterro sanitário é o divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos córregos Limoeiro e Cambe.

Nas áreas adjacentes ao aterro existem chácaras e sítios de lazer e cultivos agrícolas. O aeroporto Municipal de Londrina encontra-se a 1.200 metros do aterro.

A localização do estado, município, microbacia hidrográfica e a área de estudo propriamente dita podem ser vistos graficamente na Figura 7.

Figura 7 – Localização do aterro controlado no contexto estadual, municipal e bacia hidrográfica em que se encontra

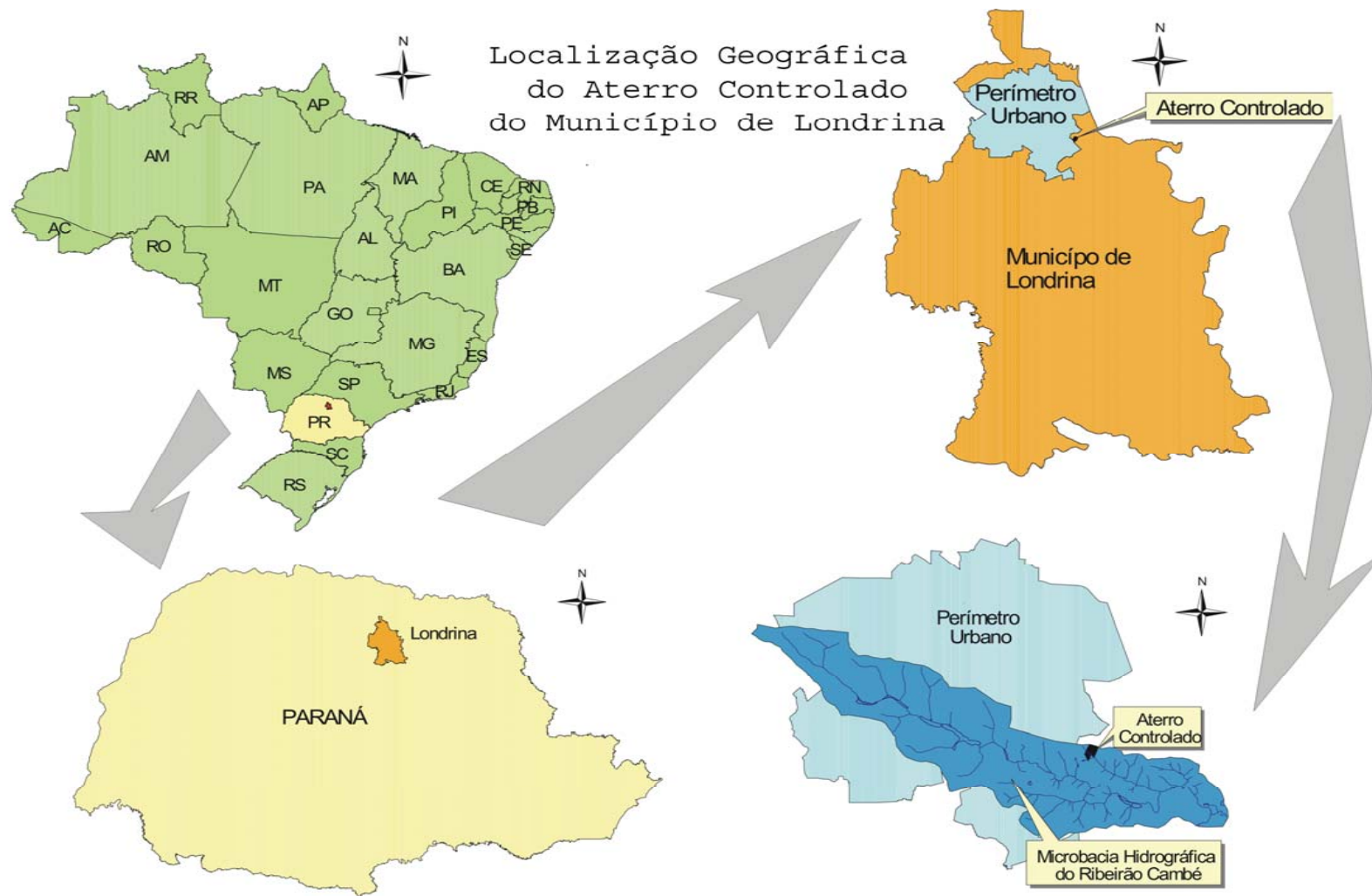
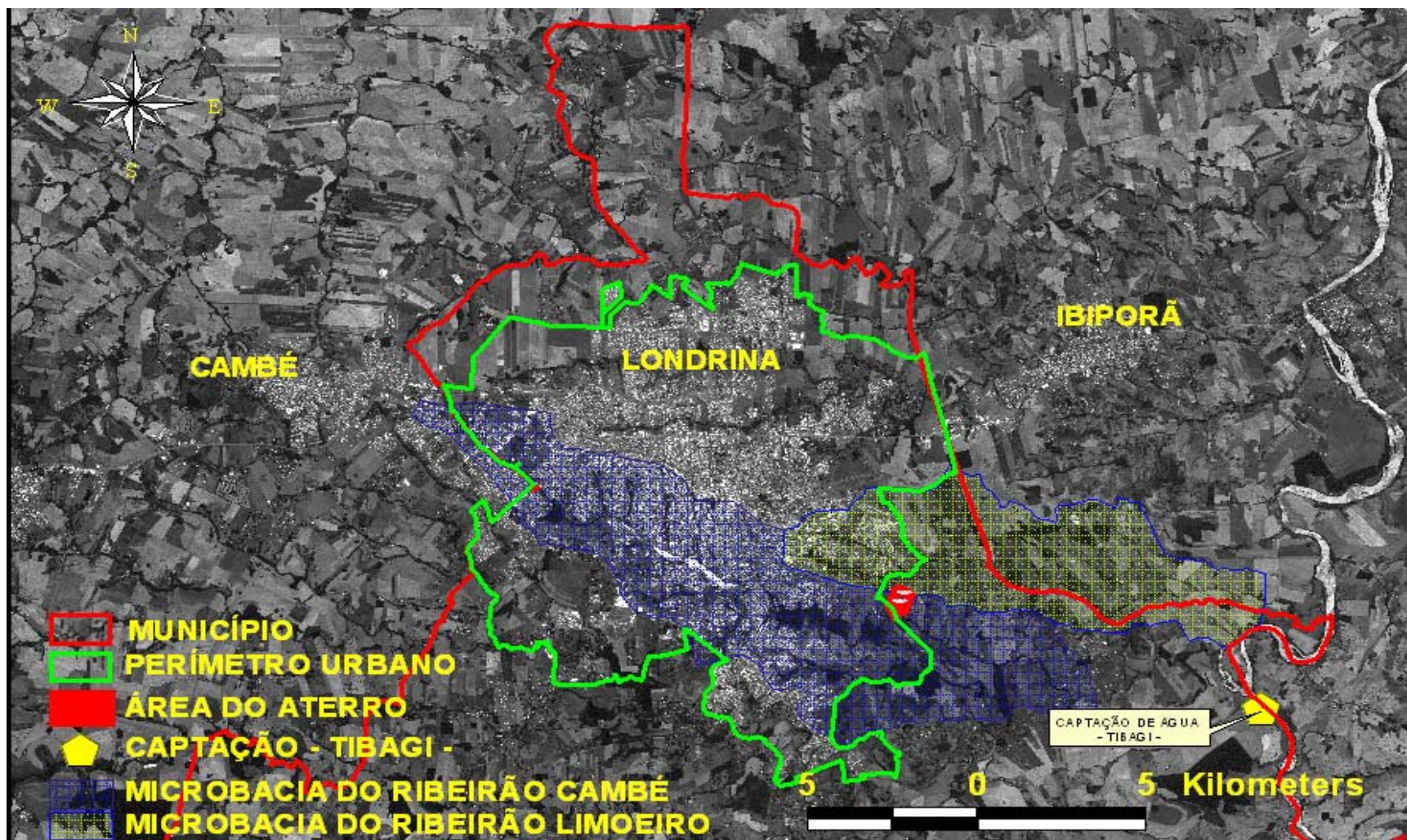


Figura 8 – Localização do aterro sanitário em relação aos limites do município, perímetro urbano e bacias hidrográficas



3.1.3 O ATERRO CONTROLADO NO CONTEXTO MUNICIPAL

Londrina (447.065 habitantes) é a segunda maior cidade do Paraná, ficando atrás da Capital Curitiba (1.587.315 habitantes). A Tabela 2 apresenta a distribuição da população de Londrina e do Paraná em sexo, população residente e situação do domicílio.

Tabela 2 – Distribuição da população do município de Londrina e do estado do Paraná

	Londrina	(%)	Paraná	(%)
População total	447.065	100	9.563.458	100
Homens	215.816	48.27	4.737.420	49.54
Mulheres	231.249	51.73	4.826.038	50.41
População rural	13.696	3.1	1.777.374	18.59
População Urbana	433.369	96.9	7.786.084	81.41
Taxa de alfabetização		93.6		91.4

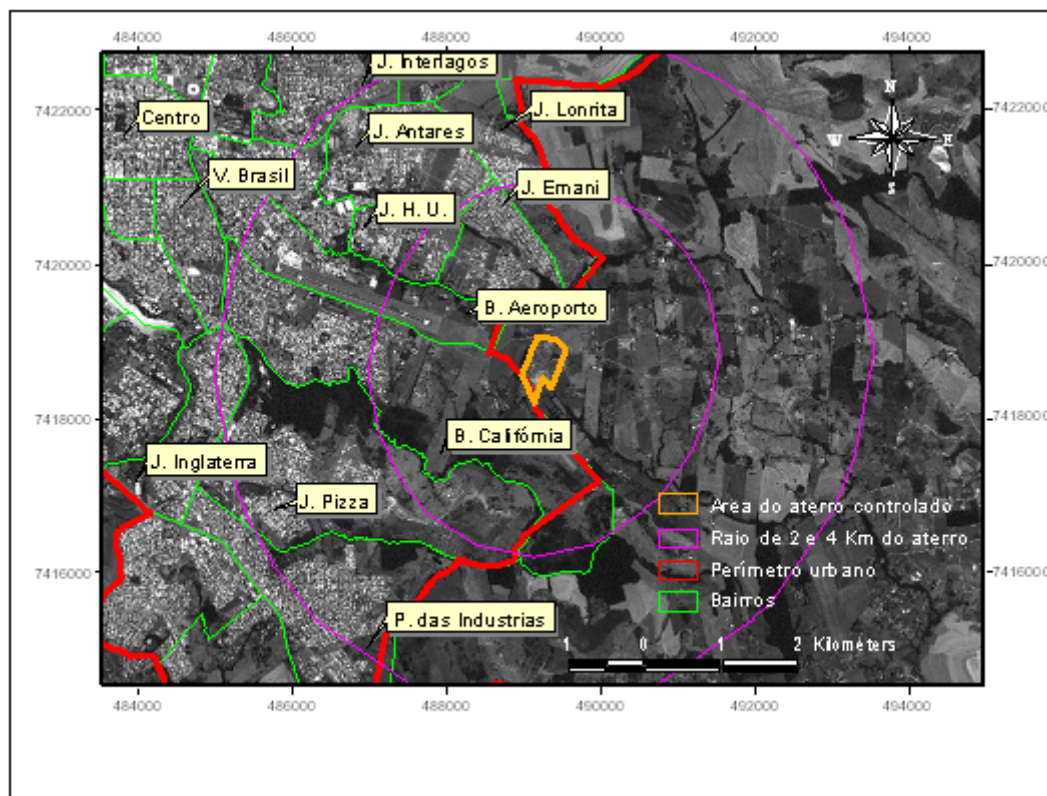
Fonte: (IBGE, 2000)

O aterro controlado do município de Londrina, esta locado na região sudoeste do município, próximo ao aeroporto municipal. A área do aterro faz divisa com a área de expansão urbana delimitada pelo Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL). Segundo Araújo et al. (1999) a distância mínima aceitável de perímetros urbanos seria de 2.000 metros, Orth & Mota (1999) em trabalho desenvolvido em São Paulo indicam a distância mínima de 500 metros de núcleos populacionais. Já para os aeroportos Brollo (2004) indica a distância mínima de 3.000 de rotas de vôo, a Resolução nº 4 de outubro de 1995 estabelece que sejam consideradas ASA (Áreas de Segurança Aeroportuária), áreas abrangidas por um determinado raio a partir do centro geométrico do aeródromo que pode ser de 13 a 20 Km de acordo com seu tipo de operação.

A Figura 9 , mostra a localização do aterro no contexto urbano e a proximidade com a cabeceira da pista do aeroporto (1.200 metros), sedo que o aterro se encontra na linha de sobrevôo. Atualmente não são encontrados urubus (*Coragyps atratus*) no aterro, apenas garças (*Ardea alba*) e quero-queros (*Vanellus*

Chilensis) que não voam a grandes altitudes como os urubus, porém o risco de choque com aviões é eminente.

Figura 9 – Localização do aterro controlado do município de Londrina no contexto urbano (Imagem do satélite SPOT-5)



Nota-se que no raio de 2.000 metros, recomendado como a distância mínima de aterros por alguns autores, existem 6 bairros presentes. E se tomarmos em conta o raio de 4.000 metros como o raio de influência indireta do aterro caso mal operado (disseminação de vetores, odor, etc), temos 11 bairros que em sua totalidade ou em partes se encontram nesta área.

3.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLÓGICA

A região de Londrina localiza-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na qual afloram regionalmente as rochas dos grupos Passa Dois, São Bento e Bauru e sedimentos continentais cenozóicos.

Segundo Celligoi et. al. (1993) a área do aterro controlado, a litologia aflorante é constituída pela Formação Serra Geral, de idade jurássico-cretácea. Esta unidade é representada por uma seqüência vulcânica constituída predominantemente por derrames de basaltos de natureza toleítica. Tais manifestações vulcânicas recobrem uma área de aproximadamente 12.000.000 Km² apresentando espessuras desde 350m nas bordas da Bacia, até 1500m nas porções centrais dos derrames, com um volume de lavas estimado de 790.000 Km².

Destaca-se ainda a presença de arenitos intertrapeanos, os quais encontram-se intercalados entre os sucessivos derrames que, em função das suas características litológicas, podem estar relacionados com as formações Botucatu e Pirambóia (CELLIGOI, 2003).

Dentro do exposto acima a área do aterro controlado do município de Londrina, localiza-se em sua totalidade, sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral. Tais rochas apresentam, via de regra, textura microcristalina, estrutura maciça e vesicular e/ou amigdaloidal, bem como intenso fraturamento. Através de observações de campo como diaclasamentos, estruturas vesiculares e amigdaloidais, o número de derrames e a extensão lateral dos mesmos são deduzidos, tendo aquelas espessuras variando desde decimétrica até cerca de 100m num local aproximado de 36 derrames (CELLIGOI, 2003).

As suítes vulcânicas são essencialmente sub-horizontais, com uma inclinação média de cerca de 5° e direção ao interior da Bacia. Entretanto, os fluxos basais podem mostrar inclinações excepcionalmente altas relacionadas à topografia irregular do embasamento. Embora ocorrentes regionalmente de forma regionalizada encaixados nas rochas da formação Serra Geral, as formas intrusivas como diques e sills não foram identificadas especificamente dentro da área estudada, nem tampouco vestígios de cobertura sedimentar do grupo Bauru. Entretanto, um corpo magnético intrusivo com feições de dique, não distinguível através de fotografias aéreas, foi encontrado a NW da área em estudo, através de uma pedreira abandonada, possuindo composição basáltica característica, com textura média a fina, bem como intenso fraturamento (CELLIGOI, 2003).

3.3 ESTRUTURAS

Os afloramentos de rochas são, que poderiam ser utilizados para medidas estruturais, são praticamente escassos na área do aterro, destacando-se as melhores exposições como aquelas presentes em pedreiras vizinhas e raros cortes de estradas de rodagem vicinais e de estradas de ferro. O Fraturamento é em geral, bastante acentuado, sendo que a maioria dos planos de fratura é relativamente extensa, ocupando em sua grande parte toda a altura dos afloramentos, apresentando uma boa regularidade da superfície de quebra e persistência nas suas orientações. Fraturas sub-horizontais também foram observadas, sendo estas características de topo e base de derrames, podendo ser resultado do resfriamento das corridas de lavas, ou , também constituindo juntas de alívio de carga por erosão das rochas sobrejacentes. (CELLIGOI, 2003)

3.4 CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

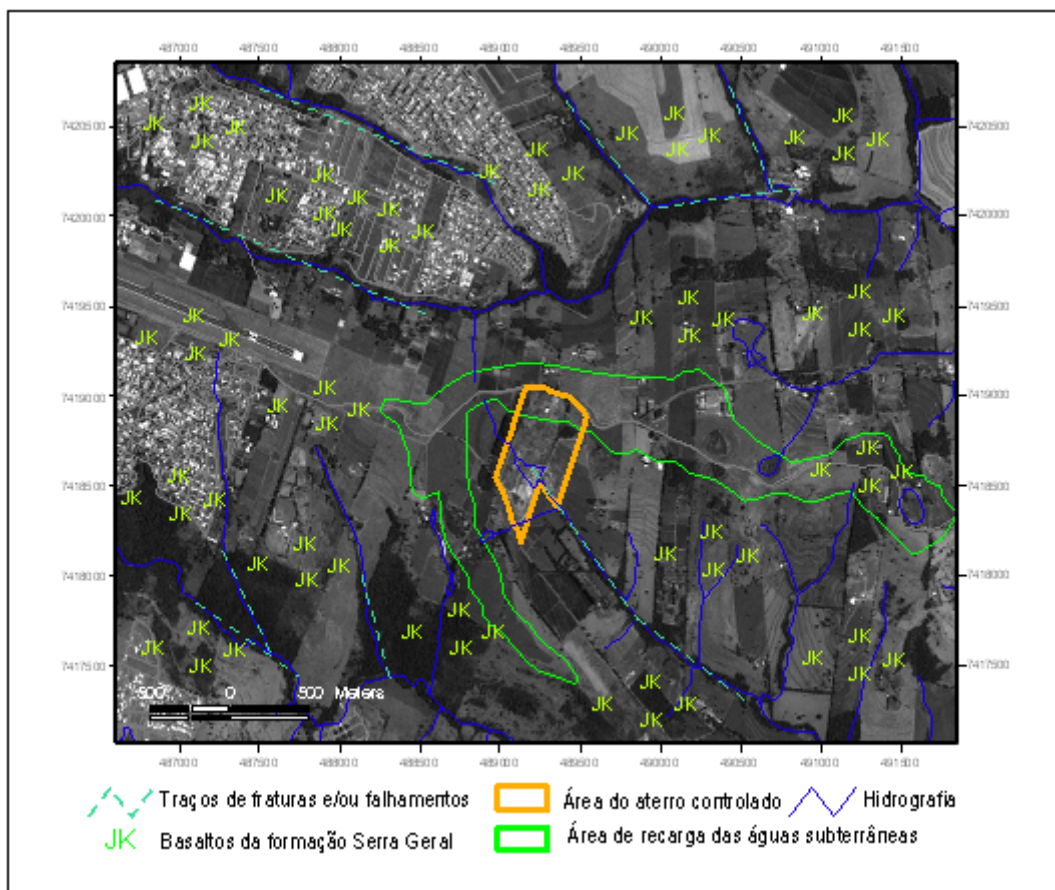
Segundo Celigo (1993), a região de Londrina, pelas suas características litológicas, apresenta duas formas de ocorrência de águas subterrâneas: aquífero freático, que se direciona à zona saturada da camada de solo e rocha alterada e as zonas basálticas propriamente ditas.

Ao contrário dos sistemas aquíferos sedimentares, os quais possuem certa homogeneidade física, o sistema Serra Geral, pelas suas características litológicas de rochas cristalinas, se constitui em um meio aquífero de condições hidrogeológicas heterogêneas e anisotrópicas. Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de descontinuidade das rochas. (CELLIGOI, 1993).

De acordo com Celigo (1993), é comum a presença de pequenas fontes por toda área de estudo. O aparecimento de níveis de fontes de água e vegetação mais intensa ocorre na faixa de diáclases horizontais e textura amigdaloidal, dada a maior retenção da água de percolação. Visto que as condições de circulação e armazenamento de água nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral são de aquíferos livres, a recarga na área do aterro se processa essencialmente pela infiltração de águas pluviais a partir de rupturas regionais importantes.

A Figura 10 apresenta a área de recarga, traços de fraturas e/ou falhamentos, drenagens no entorno do aterro controlado.

Figura 10 – Área de recarga, traços de fraturas e/ou falhamentos, drenagens no entorno do aterro controlado



Fonte: (CELLIGOI, 2003)

3.5 PEDOLOGIA

Segundo Fernandes, et. al. (1993), os solos da área são classificados como Latossolos Rochos profundos que se caracterizam pela estrutura granular, alta permeabilidade e textura argilosa.

A espessura média do solo, considerando-se os horizontes A e B é de 10m. A partir daí aparece o material de alteração de rocha, de cor amarelada e com faixas escuras, provenientes de processos de intemperização das rochas basálticas da região. (CELLIGOI et. al., 1993).

3.6 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Segundo Fernandes et. al. (1993), através da inspeção visual dos materiais de sondagem e da inspeção “in loco” nas trincheiras e no poço a céu aberto, pode se verificar que se trata de um perfil que pode ser classificado como sendo composto de uma argila siltosa, na sua parte superior, apresentando, a seguir, um silte argiloso e, em seguida alteração de rocha. Estes materiais apresentaram indícios de origem residual.

De acordo com o Laudo geotécnico (Anexos) dos furos de sondagem realizados em 2004, confirma-se o perfil como sendo constituído simplificadamente de uma camada de argila siltosa marrom avermelhada (1 a 12 metros de espessura), seguida de uma camada de solo residual (argila siltosa a silte argiloso).

3.7 GEOMORFOLOGIA

A seqüência de mapas (Figuras 11, 12, 13 e 14) mostram as feições do relevo no entorno do aterro controlado . A clinografia do aterro varia entre 0 e 70° , sendo que ás áreas com o relevo mais acidentado se encontram na região sul do aterro. Em relação à declividade pode se dizer que o aterro encontra-se em uma área de grande declividade, em algumas regiões do aterro como a região sul, chegam a ser maior do que 100%. Segundo McBean (1995), as áreas apropriadas à aterros sanitários devem estar no intervalo de declividade entre 2 a 5%, já Zuquette (1987) afirma que áreas com grandes declividades estão mais susceptíveis a deslocamentos de massa.

Figura 11 – Modelagem tridimensional da área do aterro e áreas a adjacentes (EV:3X). Em vermelho a área do aterro controlado e em alaranjado as áreas adjacentes.

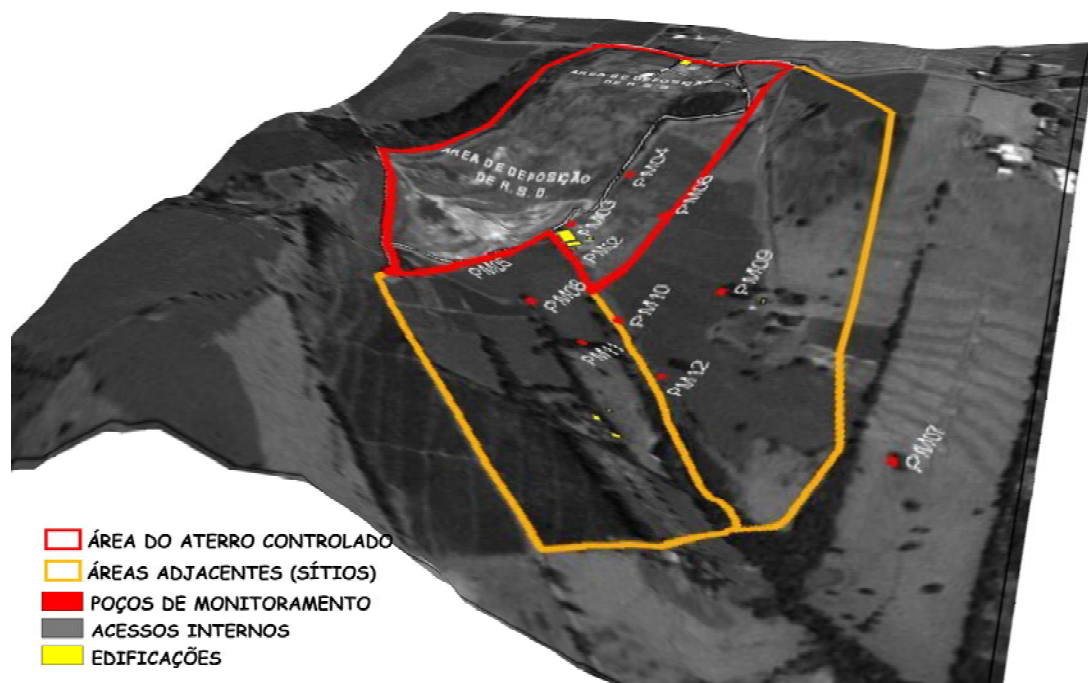


Figura 12 – Mapa clinográfico da região do aterro controlado do Município de Londrina

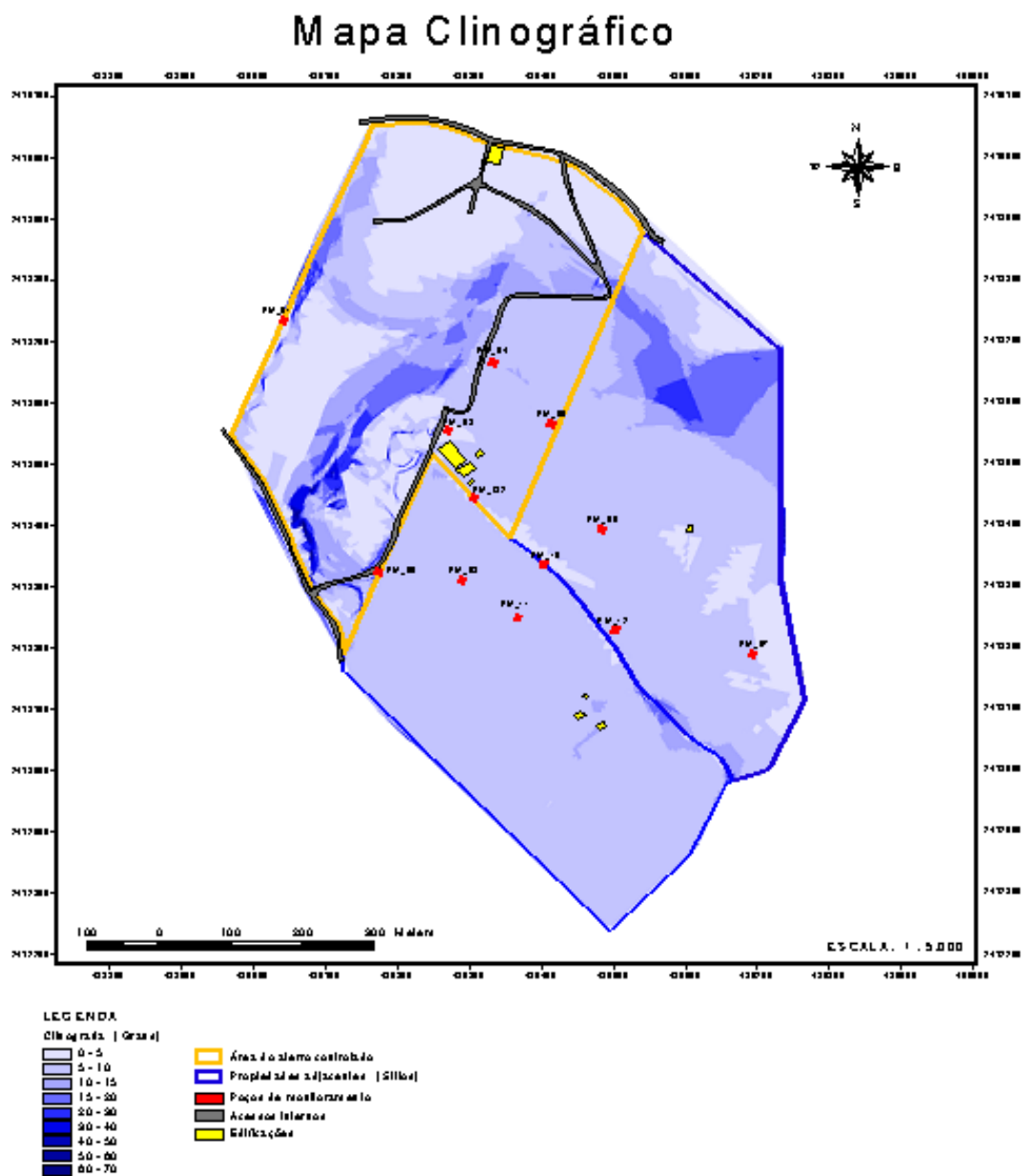


Figura 13 – Mapa de declividade da região do aterro controlado do Município de Londrina

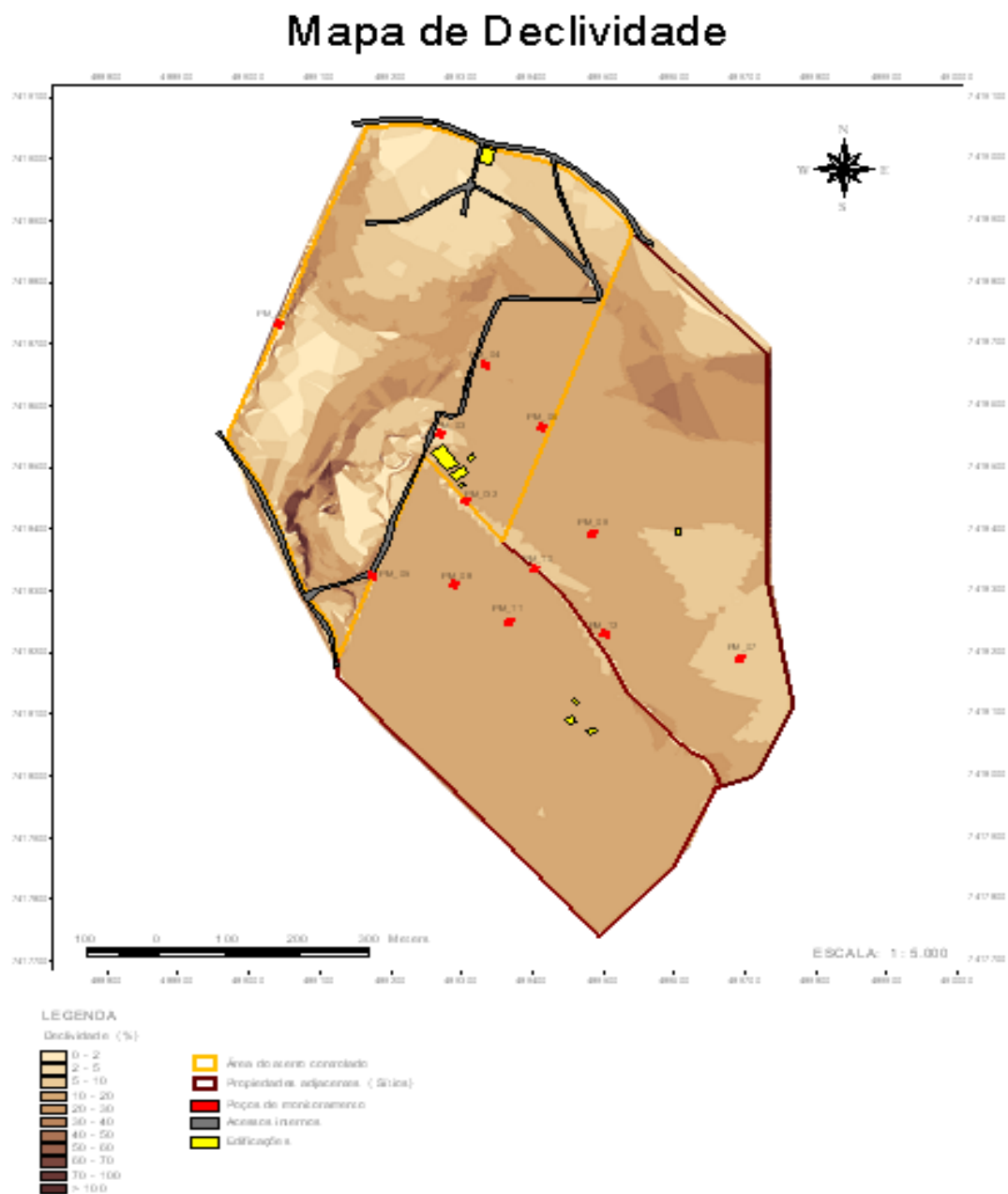
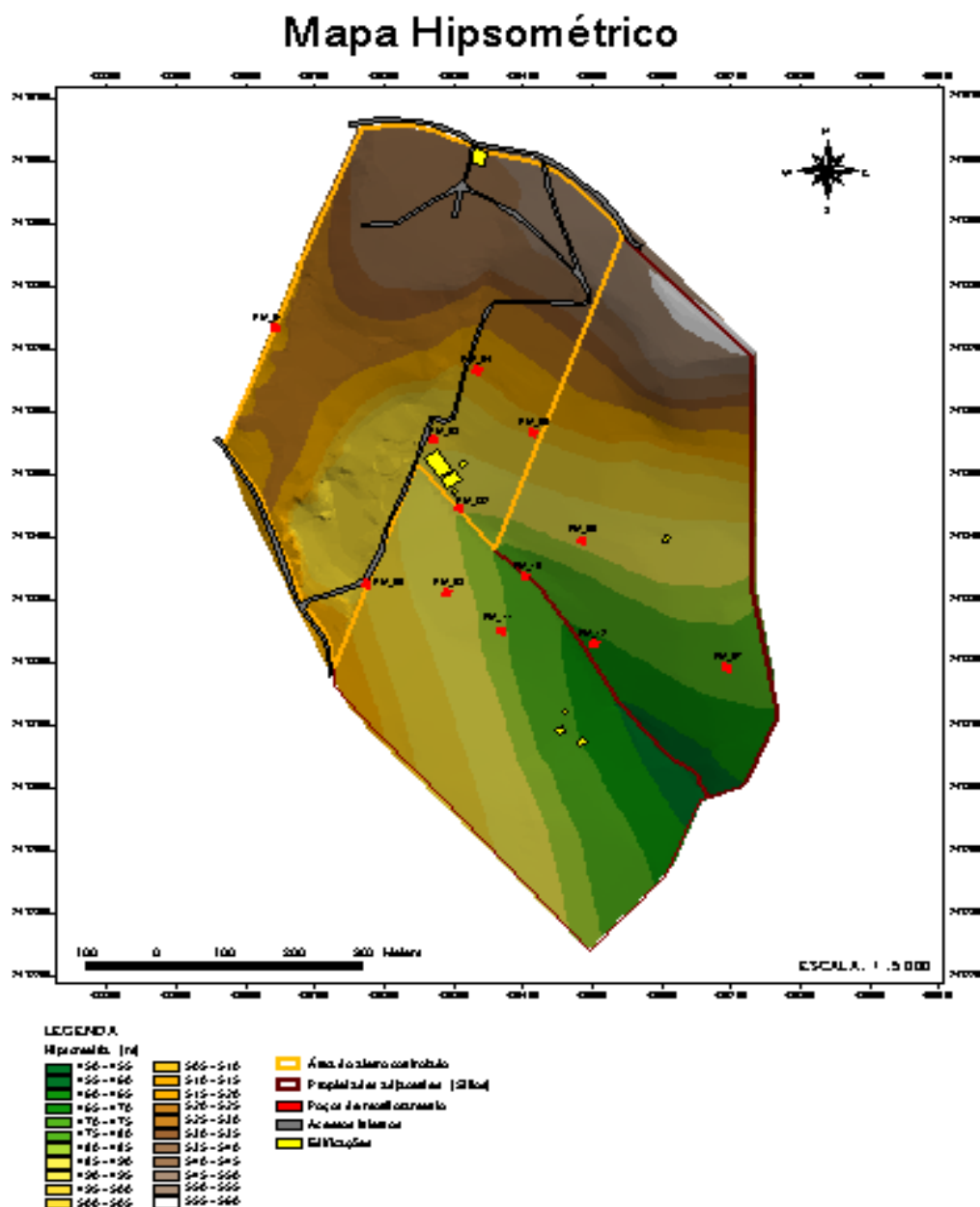


Figura 14 – Mapa de hipsométrico da região do aterro controlado do Município de Londrina



3.8 PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE LONDRINA

Em 1993 a produção de resíduos sólidos urbanos era na ordem de 270 ton/dia. Em 2002 a produção mensal era de aproximadamente 310 ton/dia. Após o encerramento das atividades da empresa privada VEGA Engenharia Ambiental em 2002, o lixo parou de ser pesado e daí por diante a só se tem estimativa da produção.

A Tabela 3 mostra a evolução da produção de resíduos sólidos no município de Londrina entre os anos de 1993 e 2002.

Tabela 3 – Evolução da produção de resíduos sólidos entre 1993 e 2002 no município de Londrina

Ano	Resíduo Domiciliar	Resíduo de Serviços de Saúde	Resíduos Depositados por Terceiros	Total
1993	70.167,300	1.217	-	71.384,30
1994	74.509,450	1.418	7.204,640	83.132,09
1995	87.954,340	1.350	10.149,720	99.454,06
1996	95.870,304	1.518	12.295,486	109.683,79
1997	103.253,142	1.931	13.438,590	118.622,73
1998	104.524,570	2.046	11.098,550	117.669,12
1999	110.022,520	2.340	12.829,700	125.192,22
2000	110.472,520	2.323	15.366,010	128.161,53
2001	112.404,000	2.233	8.101,610	122.738,61
2002	101.930,920	1.853	6.886,840	110.670,76

Fonte: VEGA Engenharia Ambiental

A produção per capita de resíduos domésticos em Londrina de 0,7 Kg/hab/dia se aproxima da produção média da região sul do Brasil que é de 0,79 Kg/hab/dia, e é inferior a média nacional de 1,35 Kg/hab/dia (IBGE, 2002).

Nota-se na Tabela 3 o decréscimo da produção após o ano de 2000, tal fato pode estar ligado ao crescimento da reciclagem de alguns tipos de resíduos no município.

3.9 INFRA-ESTRUTURA DO ATERRO

3.9.1 Impermeabilização

O aterro controlado não é dotado de impermeabilização, apenas as lagoas de tratamento de chorume são impermeabilizadas com manta geossintéticas PEAD de 1 mm (Polietileno de Alta Densidade).

3.9.2 Drenos de Gás e Chorume

O aterro é dotado de 56 drenos de gás. Alguns drenos verticais foram instalados após a deposição de lixo na região mais antiga do aterro, ou seja, não possuem os dutos horizontais que drenam chorume e eventualmente gases. Os drenos verticais foram construídos com bate estacas de 60 cm de diâmetro e camisa de aço. Após a escavação o furo foi preenchido com britas de grande diâmetro e um tubo de PVC de 3", com furos de 1" ao longo do comprimento .

Os drenos de chorume mais antigos (1994), foram executados em forma de espinha de peixe sendo escavados no solo ou na massa de lixo, e preenchidos com britas de grande diâmetro (Figura 15).

Figura 15 – Detalhe dos drenos horizontais implantados na área antiga do aterro



Já na região mais nova os drenos horizontais estão sendo feitos com pneus (Figura 16), para drenar chorume, já os drenos verticais, específicos para gás, em parte, estão sendo construídos de manilhas de concreto de 300 mm, perfuradas e envolvidas por gabiões e britas de grande diâmetro (Figura 17).

Figura 16 – Detalhe dos drenos horizontais feitos de pneus



Figura 17 – Detalhe dos drenos verticais de gás



Os drenos mais novos feitos com pneus usados despertam grande preocupação, pois a facilidade de colmatção e a resistência aos esforços solicitantes a que estarão submetidos como o próprio peso do lixo, podem causar além da instabilidade da massa de resíduos grandes problemas ambientais decorrentes da deficiência de drenagem dos percolados. Há casos em que a deficiência na drenagem faz com que o chorume aflore na base dos taludes.

3.9.3 Drenos de Escoamento Superficial

O aterro é dotado de sistema de drenagem pluvial. Os drenos estão dispostos da seguinte forma: abaixo da área de deposição de resíduos de serviços de saúde os drenos estão dispostos em três linhas transversais em curva de nível (2 de Φ 600 mm e 1 de 800 mm) , existem mais três segmentos de tubulações um a direita e os outros dois à esquerda (Φ 600 mm, Prancha 1). Estes descarregam as águas superficiais em duas linhas de drenos laterais paralelos ao limite da área antiga (Φ 600 mm e 800 mm, Figura 18).

Figura 18– Detalhe dos drenos de água superficial, linha de drenagem paralela à divisa



3.9.4 Isolamento e Segurança da Área

O perímetro do aterro é isolado com cerca de palanques de concreto e fios de arame. Existe uma complementação feita de isolamento vegetal com Sansão do Campo, nas áreas adjacentes às estradas.

O aterro possui uma guarita na entrada principal, junto com o antigo escritório e próximo à balança desativada. Como as frentes de trabalho agora se encontram nas áreas mais baixas do aterro (região sul) os veículos utilizam a via de acesso lateral. O escritório e depósito atuais se encontram próximos à lagoa de chorume. Como o novo escritório fica numa região baixa, há certa dificuldade em controlar despejos clandestinos e eventuais catadores.

3.10 AVALIAÇÃO DA ÁREA

A avaliação de impactos numa área de disposição de resíduos sólidos, implica numa metodologia complexa, já que os elementos solo e água estão intimamente ligados e fluxo de águas superficiais e subterrâneas pode transportar poluentes de maneira imprevisível.

Desta forma o aspecto a ser avaliado é a possibilidade do deslocamento dos poluentes no meio hídrico. Neste projeto a primeira técnica a ser

empregada foi o levantamento indireto por método geofísico, com o objetivo de estabelecer os contornos da provável pluma de poluição.

Com base nestes dados foram locados pontos para implantação dos poços de monitoramento de subterrâneas. Ao lado de alguns poços foram feitas as perfurações do solo utilizando o trado e SPT, onde foram coletadas amostras de solo em várias profundidades.

As amostras de água foram coletadas em quatro campanhas e as amostras de solo apenas no momento da perfuração.

Para o diagnóstico atual da área do aterro e áreas adjacentes a jusante, foram feitos o levantamento geofísico, 11 furos de sondagem do tipo SPT e implantados 9 poços de monitoramento.

3.10.1 Levantamento Geofísico

Dentre os principais métodos geofísicos de prospecção para o estudo de plumas de contaminação em aterros e lixões, bem como levantamentos de resíduos enterrados sob a superfície, estão os métodos geoeletricos. Os métodos geoeletricos se fundamentam nos campos elétricos e eletromagnéticos. Os resíduos sólidos provenientes de residências, comércio, hospitalar bem como os industriais possuem características inerentes à sua composição. Estas características físico-químicas dos resíduos possibilitam a sua identificação através de ensaios geofísicos.

Os métodos geofísicos são técnicas indiretas de investigação das estruturas de sub-superfície através da aquisição e interpretação de dados instrumentais, caracterizando-se como métodos não invasivos ou não destrutivos. (GALLAS, 2003)

Em diagnósticos ambientais de áreas contaminadas, a realização de levantamentos geofísicos tem como finalidade a identificação da presença de contaminação subterrânea, propagação das plumas de contaminação, sentidos de fluxo, localização de valas contendo resíduos, contaminação disseminada no solo e nas águas subterrâneas.

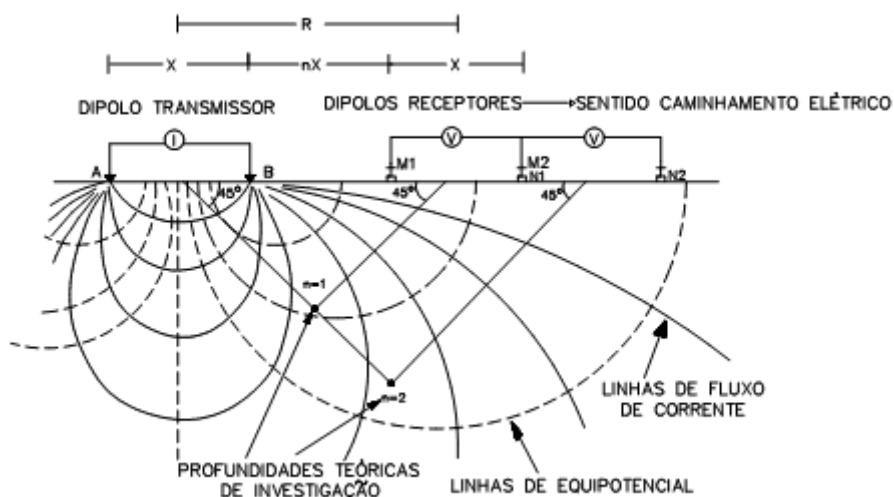
Para detecção da provável pluma de contaminação das águas sub-superficiais do aterro controlado do município de Londrina, empregou-se o levantamento geofísico de eletroresistividade (ER).

A eletroresistividade é um método geofísico empregado em que sua propriedade física é a resistividade elétrica. O princípio utilizado é a injeção de corrente no solo e posteriormente são tomadas medidas em campo da resistividade aparente (R_a) da sub-superfície.

A resistividade aparente é o parâmetro fornecido pelo método da eletroresistividade. Seu princípio é baseado na passagem pelo solo de uma corrente contínua de intensidade I , transmitida por um par de eletrodos A e B, ligado a um emissor E (baterias ou grupo-gerador). Mede-se a diferença de potencial V entre dois eletrodos M e N, conforme mostra a Figura 19, e a resistividade aparente (R_a) é dada pela fórmula $R_a = KC/I$, onde K é um coeficiente que depende das dimensões e arranjo do quadripolo AMNB (Figura 19).

Os arranjos (dipolo-dipolo) fornecem pseudo-seções, assim chamadas, pois os dados obtidos de diferentes níveis de investigação não correspondem aos valores reais dos parâmetros de camada investigada e referem-se a valores aparentes de resistividade. As profundidades na seção vertical também são apenas qualitativas.

Figura 19 – Esquema da aplicação do método indireto de eletroresistividade



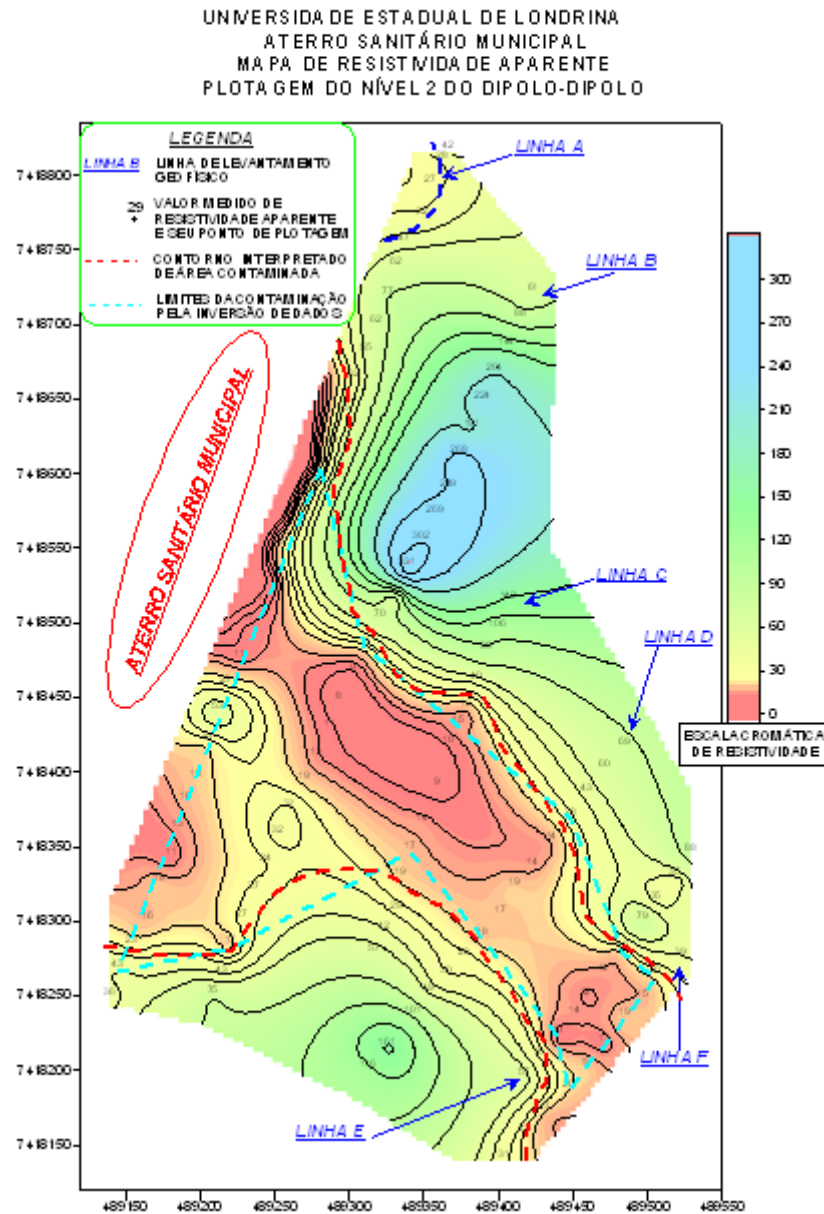
O arranjo eletródico de pseudo-seções demonstrado na Figura 19 é o dipolo-dipolo, e neste arranjo, os eletrodos A e B de envio de corrente e os eletrodos M e N de potencial ou de recepção, são alinhados sobre um mesmo perfil.

O arranjo é definido pelos espaçamentos $X = AB = MN$. A profundidade de investigação cresce com R e teoricamente corresponde a $\frac{1}{2} R$.

Para o aterro controlado o arranjo adotado foi o dipolo-dipolo / pseudo-seções de resistividade. Os levantamentos de eletroresistividade executados consistiram em 6 perfis (A,B,C,D,E,F), perpendiculares ao suposto sentido da pluma, com o arranjo dipolo-dipolo e aberturas entre os eletrodos de 20m. Foram executados cinco níveis teóricos de investigação ($n_1=20m$; $n_2=30m$; $n_3=40$; $n_4=50m$ e $n_5=50m$, respectivamente (HALLOFF, 1957). Também são apresentadas as seções modeladas através de processos de inversão de dados, por meio do programa RES2DINV da *ABEM Instruments*.

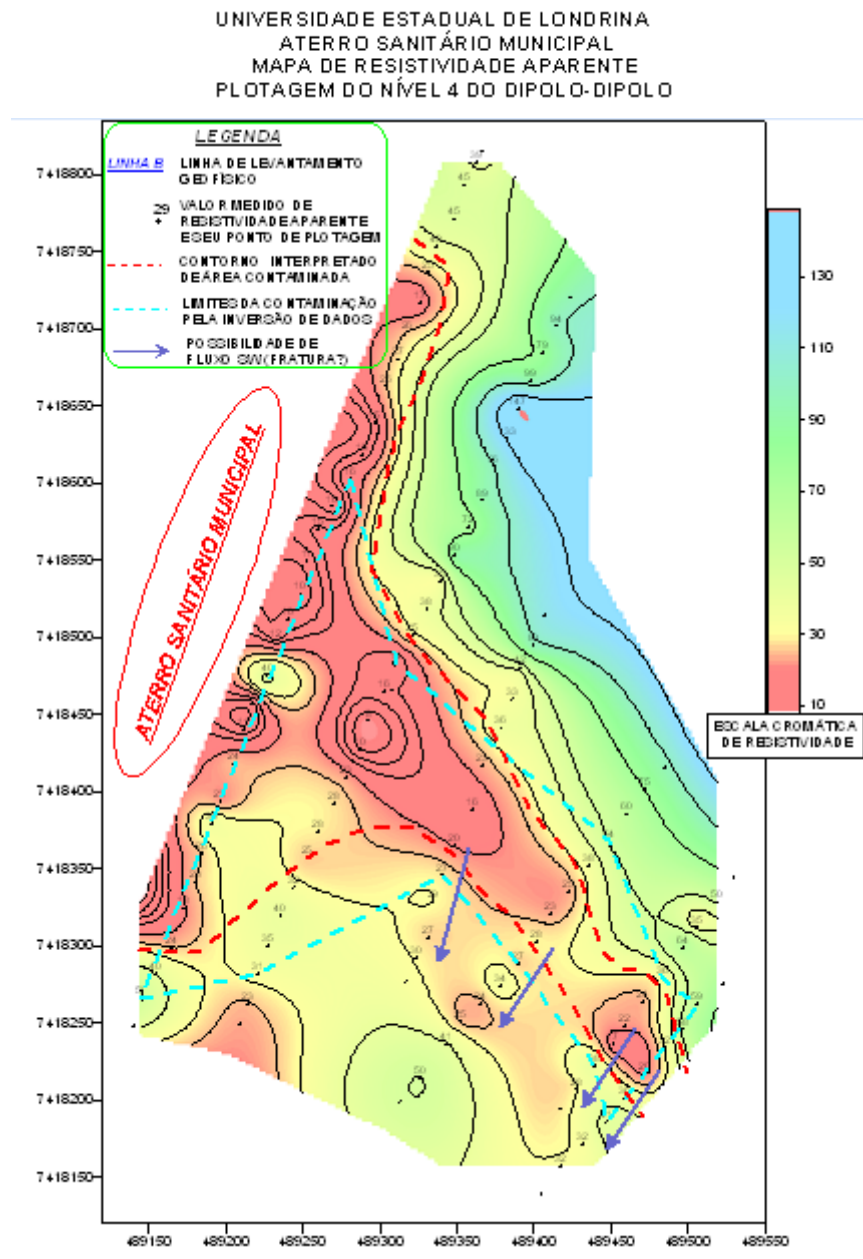
As Figuras 20 e 21, mostram os resultados plotados em mapas de iso-resistividades do nível 2 e nível 4 do dipolo-dipolo respectivamente.

Figura 20 – Mapa de resistividade aparente, nível 2 do dipolo-dipolo



Fonte: (GALLAS, 2003)

Figura 21 – Mapa de resistividade aparente, nível 4 do dipolo-dipolo



Fonte: (GALLAS, 2003)

Como pode ser visto é possível estabelecer uma correlação entre as áreas de resistividade mais baixas e a contaminação por chorume, tal fato se dá pela quantidade de íons livres que favorecem a condução da corrente elétrica no fluido em questão.

Os limites da área interpretada como contaminada pelo chorume foram assinalados com uma linha tracejada vermelha.

Os mapas de resistividade aparente apresentados (Figura 20 e 21) indicam haver uma provável contaminação nas seções modeladas. A provável contaminação apresenta-se no sentido Sudoeste (SW), em direção ao fundo de vale, acompanhando a topografia do terreno. Para a verificação e confirmação dos resultados apresentados pelo levantamento indireto, foram implantados 9 novos poços de monitoramento, totalizando 12 poços com a soma dos 3 pré-existentes. Esses poços foram locados de acordo com o mapeamento fornecido pelo levantamento indireto (ER). Também com base no levantamento de ER foram locados 10 furos de sondagem do tipo SPT.

3.10.2 Poços de Monitoramento

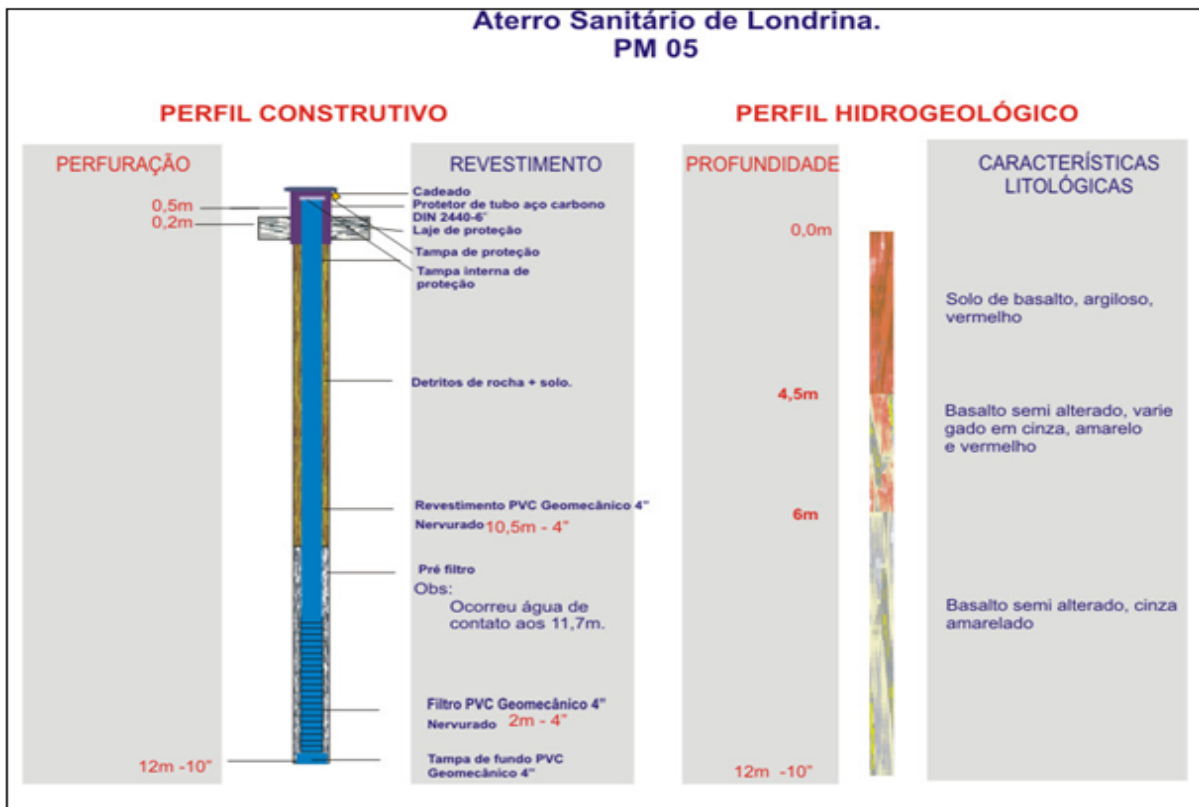
O aterro controlado do Município de Londrina conta hoje com 12 poços de monitoramento (PM). Três deles remanescentes de uma série de 6 poços implantados na década de 90, após a realização de um diagnóstico da área por uma equipe de especialistas da Universidade Estadual de Londrina. Os outros 3 poços foram cobertos com resíduos e hoje em dia se encontram sob a massa de lixo. Através do projeto denominado Conservação dos Recursos Hídricos Subterrâneos através de metodologia para Avaliação da Poluição causada pela má disposição de Resíduos Sólidos Urbanos, fomentado pelo CNPq, Edital : CT - Hidro 01/2001 - Conservação da água no meio urbano, foram perfurados mais nove poços de monitoramento com a finalidade de avaliar o grau de comprometimento provocado pelos lixiviados na área do aterro e adjacências a jusante. Todos os poços foram implantados de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13895 – Construção de poços de monitoramento e amostragem e locados de acordo com o levantamento geofísico de eletroresistividade. Os poços foram perfurados utilizando-se uma perfuratriz roto-pneumática até atingir o lençol freático ou no caso de não encontra-lo até a rocha semi-alterada. Após a perfuração foram instalados revestimentos geomecânicos de PVC 4”, nervurado, sendo que na área de contato com o lençol foram conectados filtro de PVC nervurados, variando entre 2 e 4m de comprimento. Entre o revestimento e o furo foi feito o preenchimento na altura do filtro com brita # 0 e no restante com solo e detritos de rocha. Na parte superior do poço fez-se uma laje de concreto que separa a parte enterrada da parte aparente do mesmo. Para a parte aparente fez-se uma proteção adicional de aço

carbônico de 6" com tampa e local para utilização de cadeados e lacres a fim de preservar a integridade dos poços de monitoramento. A Figura 23 apresenta o perfil de um dos poços de monitoramento.

Figura 22 – Detalhe da perfuração do PM 06



Figura 23 – Perfil construtivo e hidrogeológico do poço de monitoramento 5



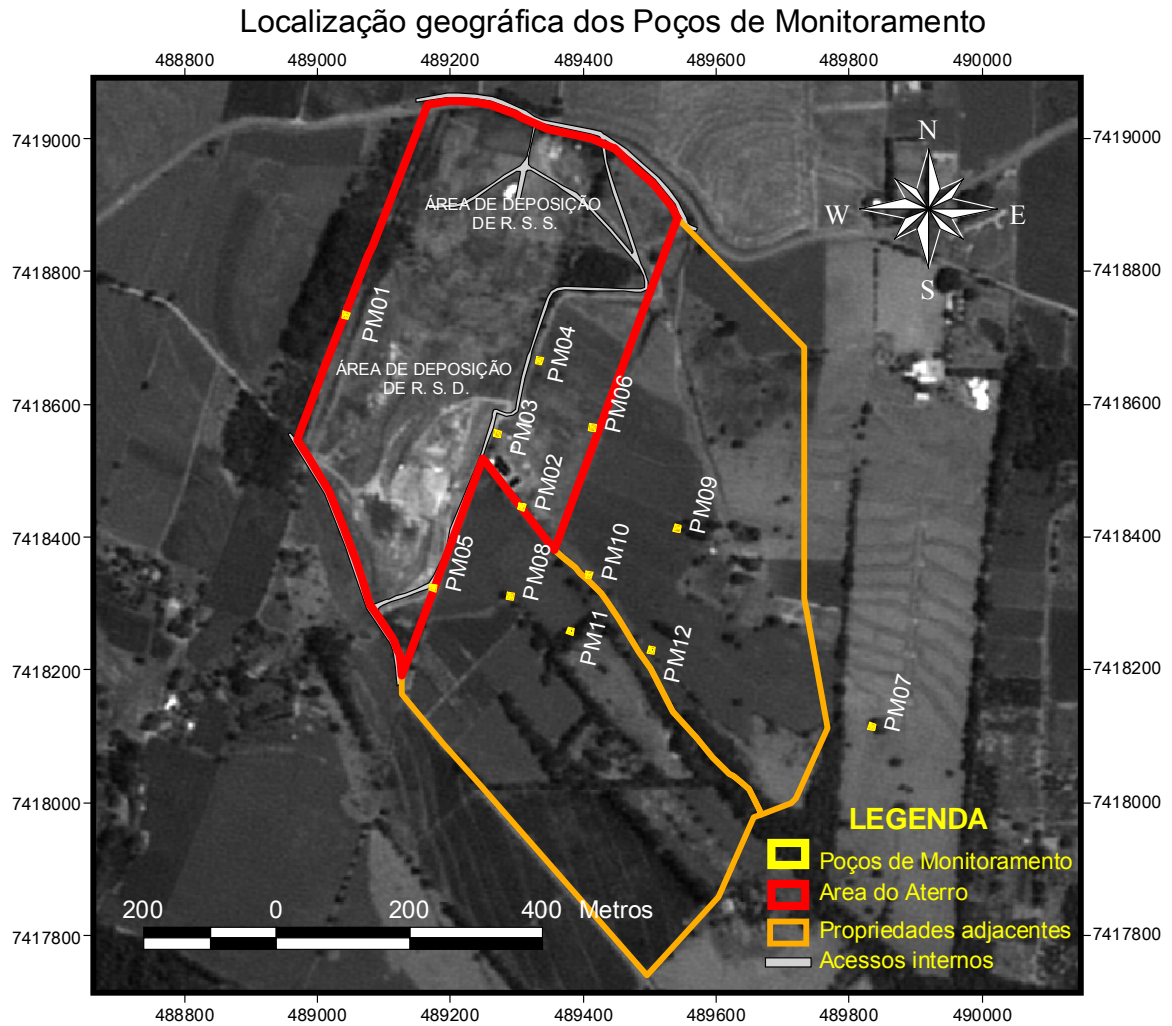
A Tabela 4 apresenta características dos PM (Poços de Monitoramento) e suas respectivas coordenadas em UTM /SAD69, obtidos a partir do georreferenciamento e posterior MDT (Modelo Digital do Terreno). As cotas do terreno foram obtidas também a partir do processo de interpolação linear no MDT.

Tabela 4 – Localização espacial e dados dos poços de monitoramento no aterro controlado do município de Londrina e adjacências

Poço	Coord (X)	Coord (Y)	Cota do Terreno	Profundidade do Poço (m)	Nível água (m)	Ref.
PM01	489.043,78	7.418733,07	518,00	x	21,79	Pré-existente
PM02	489.308,17	7.418.445,20	485,80	x	13,62	Pré-existente
PM03	489.271,66	7.418.555,04	495,70	x	16,74	Pré-existente
PM04	489.334,53	7.418.665,06	510,90	19,50		CT-Hidro
PM05	489.175,09	7.418.323,36	502,65	12,00	5,72	CT-Hidro
PM06	489.414,92	7.418.564,06	505,70	15,50	-	CT-Hidro
PM07	489.835,38	7.418.113,78	496,30	6,00	-	CT-Hidro
PM08	489.291,09	7.418.310,36	489,15	25,00	4,00	CT-Hidro
PM09	489.542,64	7.418.412,35	486,60	8,00	20,42	CT-Hidro
PM10	489.409,10	7.418.341,83	476,00	11,50	10,15	CT-Hidro
PM11	489.381,85	7.418.257,93	481,30	19,00	16,18	CT-Hidro
PM12	489.503,60	7.418.229,36	468,20	12,00	9,13	CT-Hidro

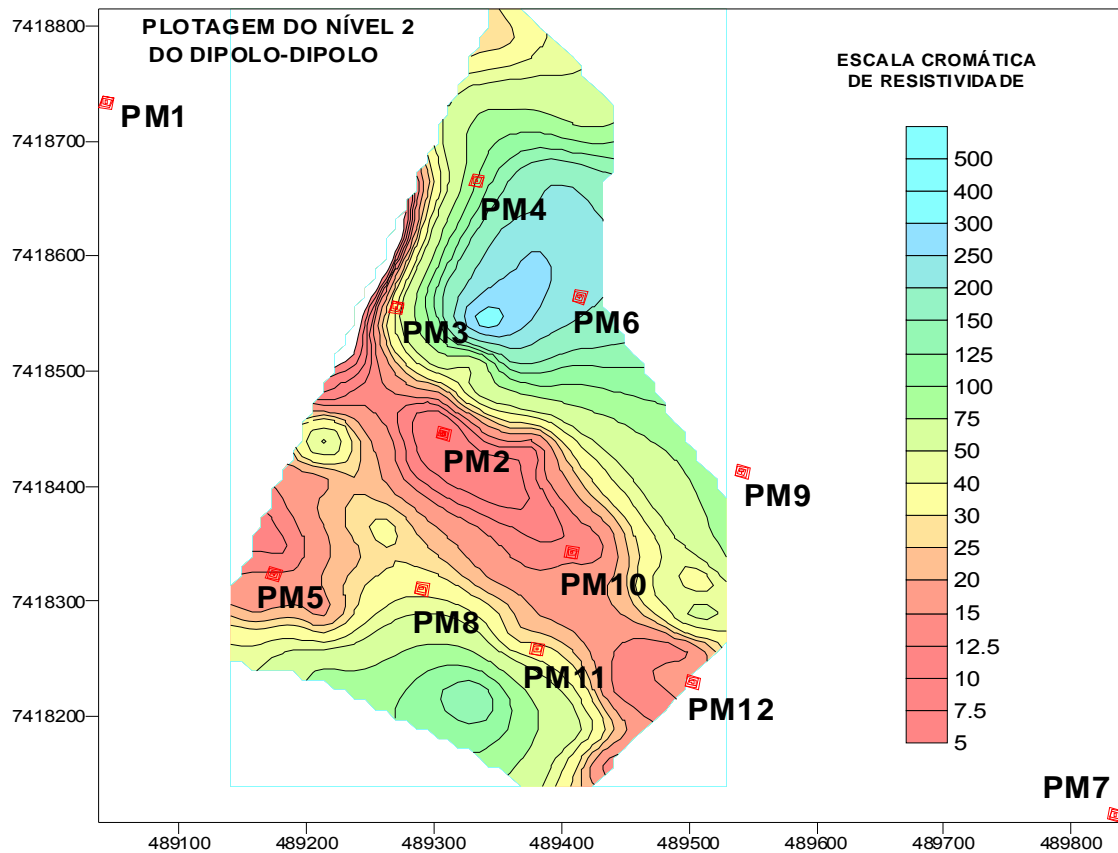
A Figura 24 mostra a localização dos três poços remanescentes (1,2 e 3) e dos outros nove perfurados na área do aterro e adjacências. (Os poços que não constam as profundidades na tabela, são poços pré-existentes e que não se obteve os dados referentes aos mesmos).

Figura 24 – Localização dos poços de monitoramento no aterro e áreas adjacentes



A Figura 25 apresenta a superposição entre os poços de monitoramento e o mapeamento resultante do levantamento geofísico no nível 2 do dipolo-dipolo.

Figura 25 – Superposição dos poços de monitoramento ao levantamento geofísico de eletroresistividade nível dipolo-dipolo 2



A Figura 26 mostra o sentido de fluxo de águas superficiais da área do aterro controlado. Nota-se que o fluxo converge em sentido ao fundo de vale que por sua vez coincide com as áreas de menor resistividade. Aparentemente há indícios da existência de infiltração de percolados na drenagem de águas pluviais, nota-se este fato em épocas de estiagem, que ainda há vazão nestas tubulações, e conseqüentemente nos pontos de lançamentos. Em alguns momentos também foi detectada a presença de chorume bruto a jusante da lagoa de decantação, o ponto de detecção encontra-se no alinhamento PM 2 - PM10.

Figura 26 – Magnitude e sentido de fluxo das águas superficiais

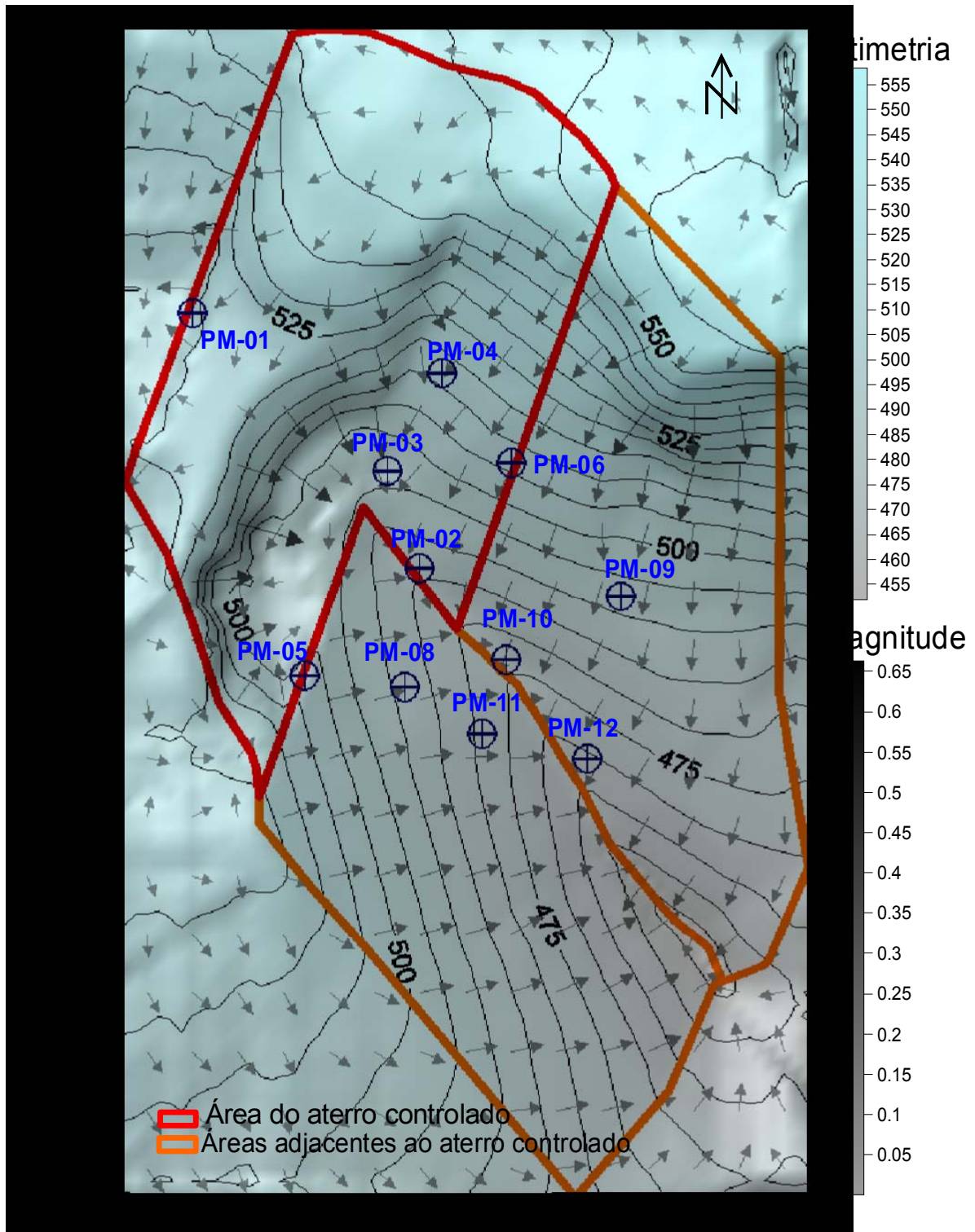
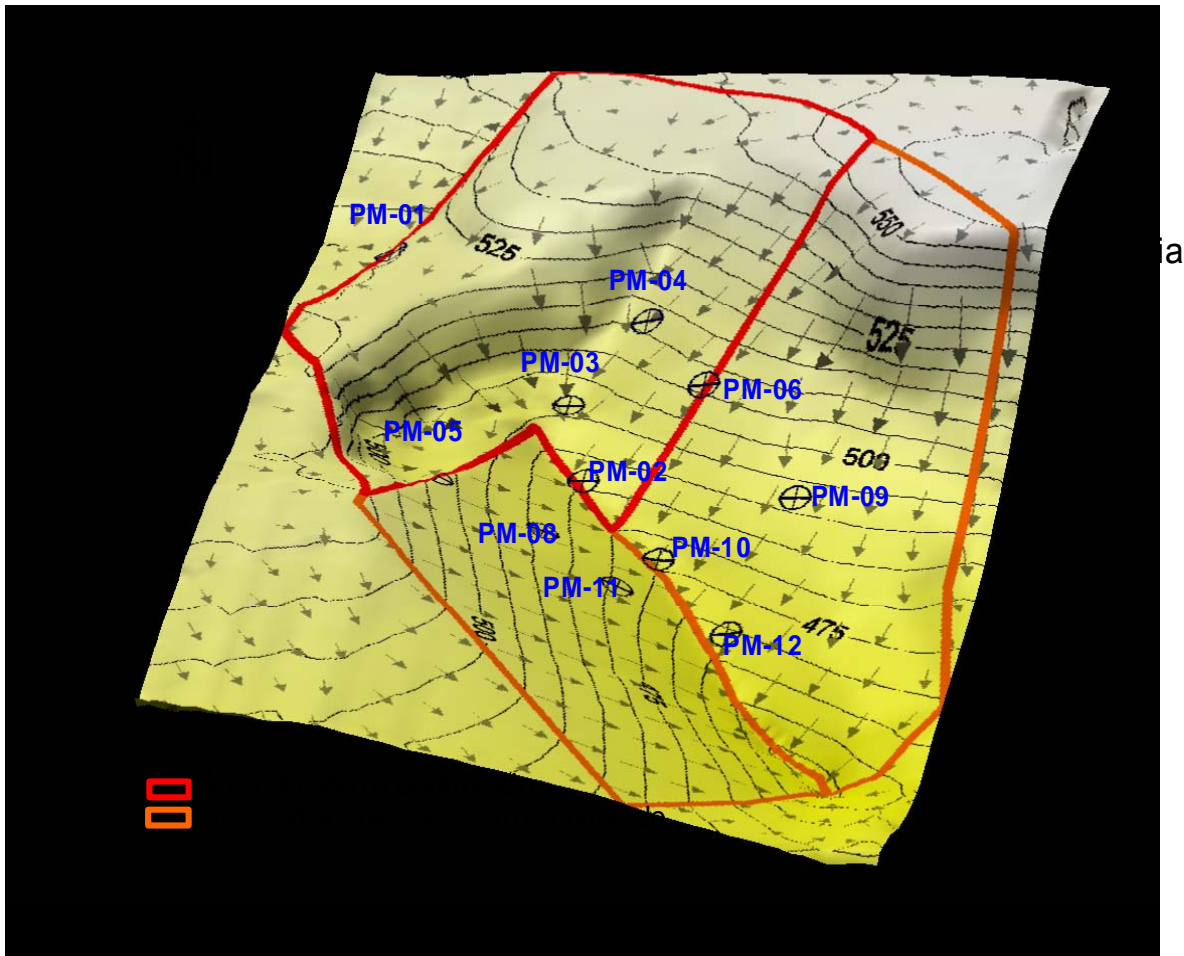


Figura 27 – Modelagem tridimensional do terreno e sentido do escoamento superficial



3.10.3 Furos de Sondagem do Tipo SPT (Standard Penetration Test)

Com recursos do projeto fomentado pelo CNPq denominado Conservação dos Recursos Hídricos Subterrâneos através de metodologia para Avaliação da Poluição causada pela má disposição de Resíduos Sólidos Urbanos, foram perfurados 11 furos de sondagem locados com base no levantamento geofísico e topográfico com o objetivo de coletar material em profundidades pré-definidas para análises químicas, propriedades físicas, estratigrafia do solo e nível do lençol freático. A Tabela 5 apresenta os SPTs e suas respectivas coordenadas em UTM /SAD69 obtidos a partir do georreferenciamento e posterior MDT (Modelo Digital do Terreno). As cotas do terreno foram obtidas também a partir do processo de interpolação linear no MDT.

Tabela 5 – Localização espacial dos e dados furos de sondagem e trado no aterro controlado do município de Londrina e adjacências

SPT	Coord (X)	Coord (Y)	Cota do Terreno	Profundidade do SPT (m)	Nível d'Água (m)
SPT01	489.291,02	7.418.310,42	489,20	21,80	16,40
SPT02	489.175,20	7.418.323,34	502,70	11,30	8,10
SPT03	489.835,62	7.418.113,98	496,20	4,06	3,57
SPT04	489.272,68	7.418.555,58	495,60	14,45	-
SPT05	489.409,09	7.418.341,94	476,32	11,45	9,40
SPT06	489.503,57	7.418.229,31	468,16	10,39	8,70
SPT07	489.334,23	7.418.664,82	510,85	17,45	-
SPT08	489.381,87	7.418.257,91	579,60	15,43	-
SPT09	489.195,39	7.419.002,86	541,00	9,23	-
SPT10	489.043,62	7.418.733,14	518,00	10,00	
SPT11	489.308,24	7.418.445,72	485,90	15,45	12,90

As Figuras 28 e 29 apresentam o ensaio de SPT e de furo a trado in situ.

Figura 28 – Detalhe do ensaio de SPT *in situ*



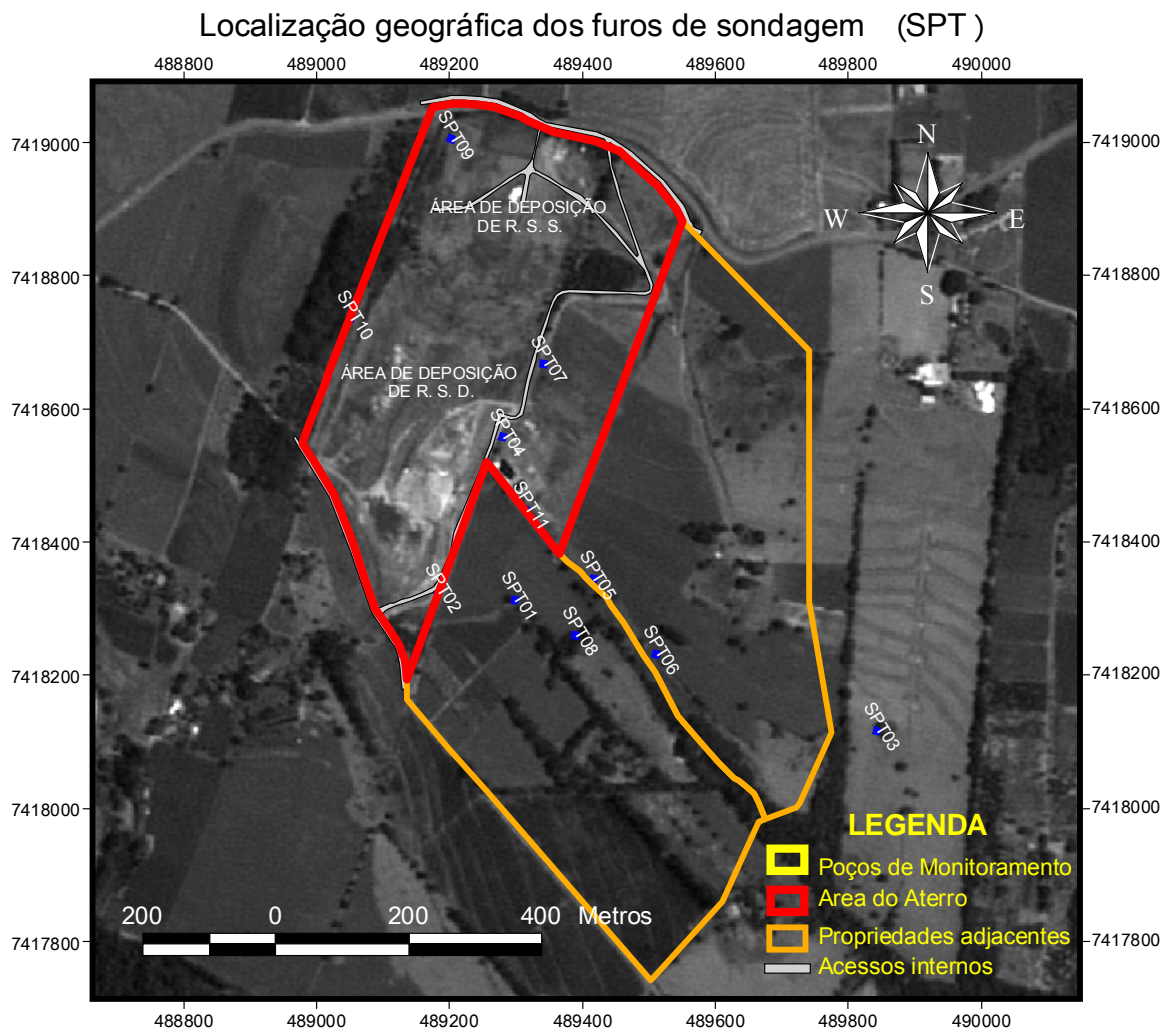
Figura 29 – Detalhe da perfuração a trado manual



A Figura 30 mostra a localização geográfica dos furos de sondagem (SPT) na área do aterro controlado e adjacências.

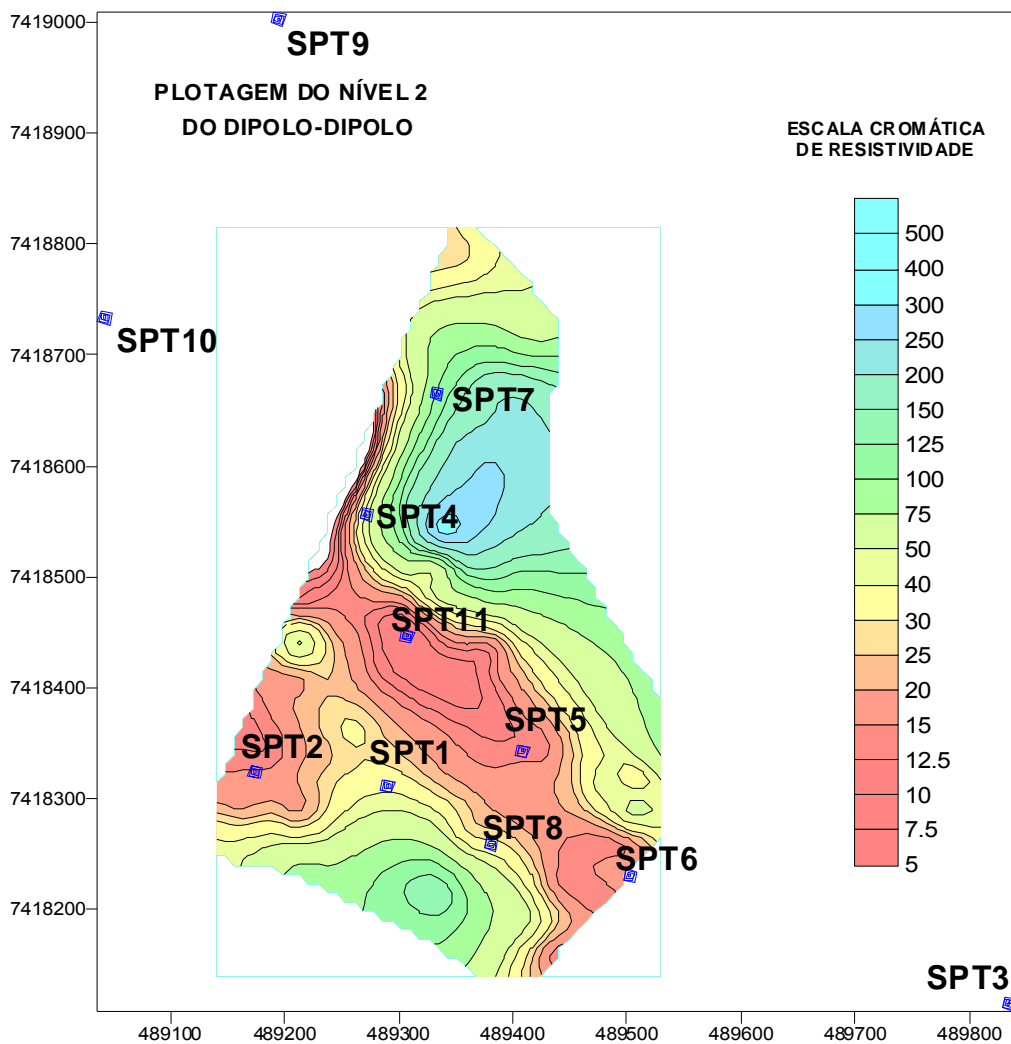
Os furos de sondagem estão dispostos de acordo com as figuras 30 e 31, superposição dos SPTs com imagem de satélite SPOT 5 e superposição dos SPTs com o nível 2 do dipolo-dipolo do levantamento geofísico respectivamente.

Figura 30 – Localização geográfica dos furos de sondagem (SPT)



A Figura 31 apresenta a superposição entre os furos de sondagem (SPT) e o mapeamento resultante do levantamento geofísico no nível 2 do dipolo-dipolo.

Figura 31 – Superposição dos furos de sondagem ao levantamento geofísico de eletroresistividade nível dipolo-dipolo 2



4.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Foram realizadas três campanhas de coletas de amostras de água sendo que as duas primeiras datadas em julho e agosto de 2004 foram realizadas em duas etapas devido a problemas climáticos nas datas em questão, a terceira em novembro de 2004 a qual foi possível a coleta em todos os PM. Antes de cada campanha de coleta foram realizados os desenvolvimentos dos poços de monitoramento utilizando-se uma bomba submersa móvel, acionada por grupo gerador.

As amostras coletadas foram recalçadas pelo mesmo tipo de bomba e acondicionadas em recipientes de plástico de dois volumes, os de 500 ml em recipientes previamente esterilizados (análise bacteriológica) em autoclave e 5000 ml para as demais análises. Em alguns casos devido o rebaixamento do lençol freático e a impossibilidade do desenvolvimento dos poços, as amostras foram coletadas com *bailer*. As Figuras 32 e 33 apresentam o desenvolvimento dos poços de monitoramento e a coleta de amostras com *bailer*.

Figura 32– Desenvolvimento do poço de monitoramento



Figura 33– Coleta de amostra do poço do monitoramento com *bailer*



3.10.5 Coleta das Amostras de Solo

Em cada ponto onde foram feitas perfurações coletou-se amostras com o trado com profundidades de 20, 40, 60 cm e 1 metro e através do ensaio de SPT às profundidades de 1 em 1 metro até o impenetrável ao amostrador (as profundidades se encontram na Tabela 5). No ensaio de SPT, as amostras do amostrador foram utilizadas para identificação visual e tátil do solo, e as demais amostras de SPT ou trado de solo extraído em cada profundidade (Tabela 7), após a

homogeneização (amostra composta), foram separadas em sacos plásticos devidamente etiquetados (Figuras 35 e 36).

Figura 34 – Coleta de amostra com o trado de avanço da sondagem



Figura 35 – Homogeneização das amostras de solo



Figura 36 – Acondicionamento do solo em sacos plásticos etiquetados devidamente



4.6 ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Com o objetivo de avaliar um aspecto amplo dos poluentes, as primeiras amostras foram enviadas para um laboratório especializado em meio ambiente para a determinação de 78 parâmetros. Nas coletas seguintes as análises foram feitas no laboratório de Saneamento, Química e Agronomia da UEL.

Em todos os casos seguiram-se os procedimentos preconizados pelo Standard Methods for Examination of Water & Wastewater.

No laboratório de saneamento da Universidade Estadual de Londrina, foram feitas análises de DBO, DQO, pH, NTK, condutividade,, cor, turbidez, alcalinidade, fósforo e colimetria. As demais amostras foram realizadas em laboratórios terceirizados no município e em São Paulo. Os parâmetros analisados estão presentes nos Anexos.

3.10.7 Análise de Solo

As amostras de solo foram enviadas para o laboratório *Lakefield* para a determinação de metais pesados e demais componentes químicos. As determinações das propriedades físicas do solo foram feitas no laboratório de geotecnia da UEL e a determinação de matéria orgânica, CTC, e cátions foram realizadas no laboratório do departamento de agronomia da UEL. Os elementos e parâmetros analisados são apresentados na Tabela 9.

3.10.8 Valores Referenciais para Solos e Águas Subterrâneas

Diferente da poluição do ar e das águas superficiais, onde há uma abordagem internacional padronizada, a relação água –solo necessita de uma análise mais complexa. O fato da água, tida como solvente universal ao percolar pelo solo estabelece uma relação estreita entre estes dois meios, o que torna difícil estabelecer um padrão para o solo “limpo” ou uma água subterrânea sem contaminação.

Alguns elementos químicos e substâncias ser solubilizados conferindo às águas subterrâneas características locais, independentes de qualquer ação antrópica.

A Holanda foi o primeiro país a formalizar um programa nacional de avaliação de contaminação e estabelecer níveis de intervenção (1983).

O sistema holandês, promulgado em 1994, com base em resultados científicos, estabelece três níveis de qualidade para o solo e águas subterrâneas:

Valor de referencia (S), que indica o nível de qualidade do solo limpo.

Valor de alerta (T), que representa a média entre o valor S e I , indicando alteração nas propriedades funcionais do solo e se excedidos, requerem investigação e monitoramento.

Valor de intervenção (I), que indica o limite acima do qual existe risco á saúde humana e ao meio ambiente, sendo necessária a remediação.

Nos EUA, a EPA definiu uma metodologia com base na análise de risco, considerando as vias de exposição : ingestão de solo, inalação de voláteis e/ou particulados e ingestão de águas subterrâneas.

No Brasil, a preocupação com estes limites é mais recente. A CETESB, após estudar os dados de outros países, seguiu a metodologia holandesa, por esta se encontrar mais consolidada.

Para a definição dos valores de referência para solos, a CETESB, com base em trabalhos pedológicos, estabeleceu áreas de coletas de amostras de solo em 8 regiões do Estado de São Paulo, englobando 13 tipos de solos, tomando o cuidado de escolher áreas com o mínimo de influência antrópica.

No caso das águas, a composição natural dependerá do material geológico no qual está inserido o aquífero. Para as substâncias naturalmente ausentes das águas naturais, foram utilizados os limites de detecção dos métodos analíticos adotados pela CETESB. Para os demais parâmetros foram adotados os limites de potabilidade.

Atualmente a CETESB esta selecionando poços de monitoramento de aquíferos freáticos para estabelecer os valores de referência para o Estado de São Paulo.

Como o critério da CETESB é o único disponível no Brasil, ele foi adotado como termo de comparação, sempre que necessário, neste trabalho. A CETESB adota os seguintes limites:

R: valor de referência para o solo "limpo"ou qualidade natural das águas subterrâneas.

A: valor de alerta, indicando alteração, valor que quando excedido requer investigação da fonte poluidora e monitoramento.

I: valor de intervenção, indicando um limite acima do qual existe risco potencial à saúde e ao meio ambiente, requerendo uma ação imediata.

A Tabela 6 apresenta os valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo.

Tabela 6 – Valores orientadores para solos e águas subterrâneas do Estado de São Paulo

VALORES ORIENTADORES						
Substância	Solos (mg.Kg-1)					Águas Subterrâneas (µg.L-1)
	Referência	Alerta	Intervenção			Intervenção
			Agrícola APMáx	Residencial	Industrial	
Alumínio	-	-	-	-	-	200(2)
Antimônio	< 0,5	2,0	5,0	10,0	25	5(1)
Arsênio	3,5	15,0	25,0	50,0	100	10(1)
Bário	75,0	150,0	300,0	400,0	700,0	700(1)
Cádmio	< 0,5	3,0	10,0	15,0	40,0	5(1)
Chumbo	17,0	100,0	200,0	350,0	1200,0	10(1)
Cobalto	13,0	25,0	40,0	80,0	100,0	30(5)
Cobre	35,0	60,0	100,0	500,0	700,0	2000(1)
Cromo	40,0	75,0	300,0	700,0	1000,0	50(1)
Ferro	-	-	-	-	-	300(2)
Manganês	-	-	-	-	-	100(2)
Mercúrio	0,05	0,5	2,5	5,0	25,0	1(1)
Molibdênio	< 25,0	30,0	50,0	100,0	120,0	250(5)
Níquel	13	30,0	50,0	200,0	300,0	50(4)
Prata	0,25	2,0	25,0	50,0	100,0	50(3)
Selênio	0,25	5,0	-	-	-	10(1)
Vanádio	275,0	-	-	-	-	-
Zinco	60,0	300,0	500,0	1000,0	1500,0	5000(2)
Benzeno	0,25	-	0,6	1,5	3,0	5(1)
Tolueno	0,25	-	30,0	40,0	140,0	170(2)
Xilenos	0,25	-	3,0	6,0	15,0	300(1)
Estireno	0,05	-	15,0	35,0	80,0	20(1)
Naftaleno	0,2	-	15,0	60,0	90,0	100(5)
Diclorobenzeno	0,02	-	2,0	7,0	10,0	40(5)
Hexaclorobenzeno	0,0005	-	0,1	1,0	1,5	1(1)
Tetracloroetileno	0,1	-	1,0	1,0	10,0	40(1)
1,1,1 Tricloroetano	0,01	-	8,0	20,0	50,0	600(5)
1,2 Dicloroetano	0,5	-	0,5	1,0	2,0	10(1)
Cloreto de Vinila	0,05	-	0,1	0,2	0,7	5(1)
Pentaclorofenol	0,01	-	2,0	5,0	15,0	9(1)
2,4,6 Triclorofenol	0,2	-	1,0	5,0	6,0	200(1)
Fenol	0,3	-	5,0	10,0	15,0	0,1(3)
Aldrin e Dieldrin	0,00125	-	0,5	1,0	5,0	0,03(1)
DDT	0,0025	-	0,5	1,0	5,0	2(1)
Endrin	0,00375	-	0,5	1,0	5,0	0,6(1)
Lindano (d-BHC)	0,00125	-	0,5	1,0	5,0	2(1)

Fonte: Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas do Estado de São Paulo (CETESB-2001).

- 1 – Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para Substâncias que apresentam risco à saúde
 - 2 – Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para aceitação de consumo (critério organoléptico)
 - 3 – Padrão de Potabilidade da Portaria 36 do Ministério da Saúde
 - 4 – Comunidade Econômica Européia
 - 5 – Com base no valor de intervenção para solos no Cenário Agrícola / Área de Proteção Máxima (ApMax)
- (-) Não estabelecido.

3.11 USO DO SIG

Os Sistemas de Informações Geográficas estão ganhando espaço nos levantamentos e estudos aplicados ao meio ambiente, planejamento urbano, agricultura, saneamento e segurança, pois além de proporcionar análises espaciais, multi-temporal, cruzamentos matriciais. Simulações têm se tornado uma ferramenta imprescindível para o processo de tomadas de decisões e criação de cenários.

Hoje em dia, três visões para os SIGs são aceitas, sendo elas: ferramentas de processamento de mapas, banco de dados e sistemas que permitem análises espaciais.

Na seqüência são apresentadas algumas definições de SIG de acordo com Aronoff, Burrough, Cowen e Smith.

“Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados geo-referenciados” (Aronoff, 1989).

“Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (Burrough, 1986).

“Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas” (Cowen, 1988).

“Um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais” (Smith et al., 1987)

Pelo conjunto de suas aplicações o SIG é considerado uma das principais ferramentas de análise de sistemas, pois consiste num ambiente de armazenamento, tratamento e análise de dados, aplicação de modelos e

processamento de séries temporais, possibilitando a visualização de cenários passados, atuais e simular cenários futuros.

Para o estudo de caso o sistema desenvolvido se baseia em seis módulos, sendo eles:

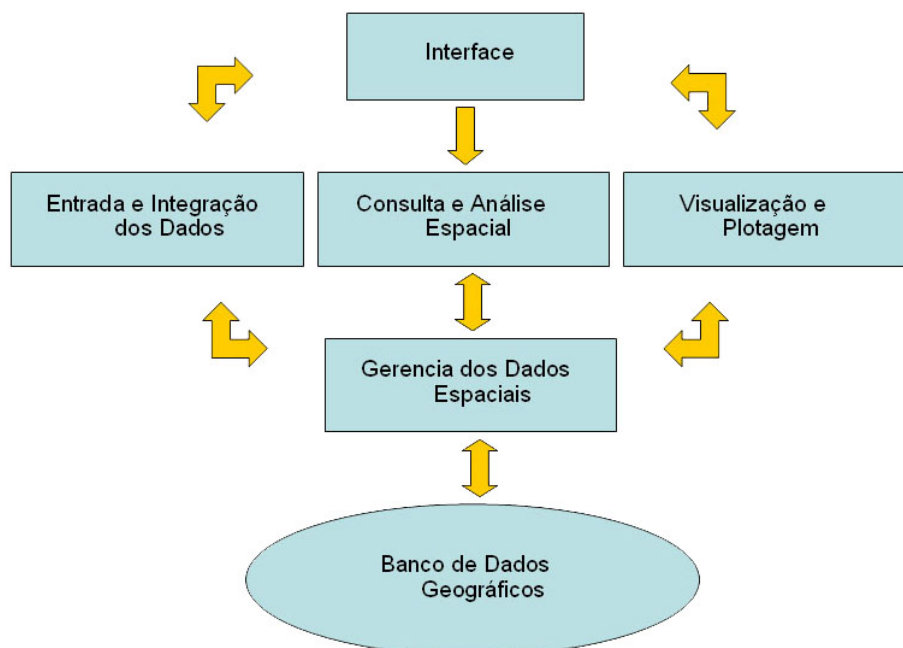
- Interface: é constituída de um conjunto de funções que servem como suporte de entrada, edição e integração dos dados. As funções relacionadas à interface são acionadas por menus (Câmara et al, 1996).
- Entrada e Integração dos dados: este módulo refere-se a todos os aspectos de aquisição de dados espaciais levantados através de mapas, imagens de satélite, fotografias aéreas, dados de campo, dados de laboratório, dados digitalizados, ou seja, qualquer tipo de dado georreferenciado que venha a contribuir com informações da área de estudo. As duas principais tarefas de integração de dados são conversões de formatos e a localização espacial do objeto de maneira sistemática. Podem-se citar como exemplos os dados obtidos de análises laboratoriais em meio analógico, mapeamentos analógicos, arquivos textos, todas as fontes de dados para integrar um banco de dados geográficos deve passar primeiramente pela etapa de conversão para um formato homogêneo e posteriormente estar ligado a uma geometria espacial (*feature*).
- Consulta e análise espacial : Este componente possibilita a manipulação do conjunto de dados, para gerar novas informações, permitir a criação de cenários, levantamentos multitemporais, etc...
- Visualização e plotagem : Como o próprio nome já diz, esse componente serve para a visualização dos dados e impressão. Este componente pode ser utilizado em conjunto com o componente de consultas espaciais, ou seja , é possível realizar a consulta dos atributos no banco de dados e obter um retorno temático da consulta, possibilitando a impressão temática. Por exemplo, uma consulta de quais poços possui o valor de chumbo maior do que o

valor de intervenção (padrão CETESB), têm-se o retorno dos dados em formato de banco com valores e há a condição de ver os quais os poços em formato de mapa em tonalidade de cor escolhida pelo usuário.

- Banco de Dados Geográficos : Os BDG (Banco de Dados Geográficos) diferem-se dos convencionais por armazenar, além dos dados alfanuméricos, dados espaciais dos registros ou entidades vetoriais (*features*) . A segunda diferença entre os BDG e os bancos convencionais é que além da comparação alfanumérica os BDG possuem interatividade geográfica, ou seja, além de cruzar informações alfanuméricas podem ser extraídas informações físicas como distâncias entre as geometrias, diferença de cotas, velocidade, temperatura, etc.

A Figura 37 apresenta a estrutura geral do sistema de informações Geográficas aplicado no estudo de caso.

Figura 37 – Estrutura geral do Sistema de Informações Geográficas utilizado no estudo de caso



Fonte: Adaptação de Câmara e Medeiros (1996)

O objetivo da aplicação do SIG como ferramenta de análise foi de integrar em uma única base de dados informações espaciais e analíticas provenientes de diferentes fontes como: dados provenientes de análises de amostras de solo, chorume e água, para diferentes datas e diferentes pontos de coleta e no caso de amostras de solo diferentes profundidades, totalizando em mais de 17.000 atributos.

No SIG foi criado um mecanismo para combinar, cruzar e consultar todas as informações previamente cadastradas num banco do tipo Dbase IV (*.dbf) e ainda recuperar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificada.

3.11.1 Sistema Cartográfico

O sistema cartográfico utilizado para a base de dados espaciais foi o UTM (*Universal Transverse Mercatur*), Nesse sistema o globo terrestre é dividido em 60 zonas no hemisfério norte e 60 zonas no hemisfério sul espaçadas de 6 graus de longitude. Assim o quadriculado se considerado como parte integral de cada fuso, tem sua linha vertical central coincidente com o meridiano central de cada fuso. No caso do fuso 22 em que se encontra a área de estudo o meridiano central adotado foi o de 51° .

O sistema de medida utilizado é o linear em metros.

3.11.2 Base Cartográfica

A base cartográfica foi desenvolvida a partir de levantamentos topográficos pré-existentes e com base em imagens de satélite georeferenciadas da área de estudo.

No levantamento topográfico foram levantadas as edificações existentes, nascentes, instalações e a planialtimetria da área do aterro e áreas adjacentes. O levantamento planialtimétrico foi feito de 1 em 1 metro.

Para a análise macro da área, as curvas de nível utilizadas foram das cartas do IBGE (Escala 1:50.000), georeferenciadas e posteriormente vetorizadas. Das cartas do IBGE foram vetorizadas as curvas de nível de 20 em 20 metros, rodovias, hidrografia, pontos de cela e limite do Município.

Estes temas foram transformadas em meio digital através de softwares do tipo CAD, no caso o Microstation. O processo de vetorização é realizado sobre as imagens em formato GeoTif, ou seja, georreferenciadas, assim o produto vetorial já se encontra no plano cartesiano georreferenciado.

Na etapa seguinte à base vetorial foram desenvolvidas as *features*, ou seja, o *link* entre a base vetorial e banco de dados em formato *Shapefile*, onde estas geometrias receberam atributos alfanuméricos, ou seja, geometrias como poços de monitoramento, furos de sondagem instalações receberam atributos como profundidade, nome do poço, valor das análises, data, etc.

4.9.3 Processamento Digital de Imagens de Satélite

Para o georreferenciamento e tratamento das imagens de satélite SPOT 5 (2,5 metros / pixel) e LandSat 7 (30 metros / pixel) foi utilizado o software SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. Neste mesmo software foi feita a fusão de bandas. Esta fusão foi realizada entre a banda pancromática de uma imagem SPOT 10 (10 metros / pixel) com a Bandas 4 e 5 da Imagem Landsat. Obtendo se assim uma imagem com resolução de 20 metros colorida, aumentando a resolução espacial para a imagem LandSat e aproveitando em parte a sua resolução espectral. A imagem serviu como subsidio para a atualização da base cartográfica da macro-região do estudo.

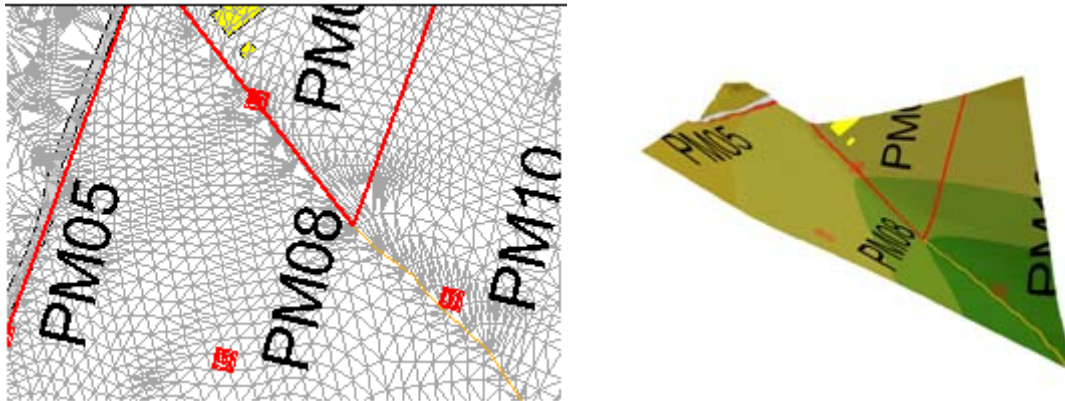
3.11.4 Modelagem Digital de Terreno (MDT)

Foram realizadas duas modelagens tridimensionais do terreno, uma a partir das curvas de nível do IBGE (Escala 1:50.000) a nível macro e a segunda a partir do levantamento planialtimétrico (1 em 1 metro).

O tipo de superfície gerada foi superfície do tipo continua sem limites e com cotas Z para cada par de coordenadas X e Y. Os modelos de superfície foram criados a partir de redes irregulares triangulares (TIN's) onde a interpolação se da a partir da média dos valores dos nós dos triângulos contíguos, dando mais peso e influência a esses que estão mais próximos. Em alguns casos foram realizadas modelagens utilizando malha regular no software Surfer para representação dos

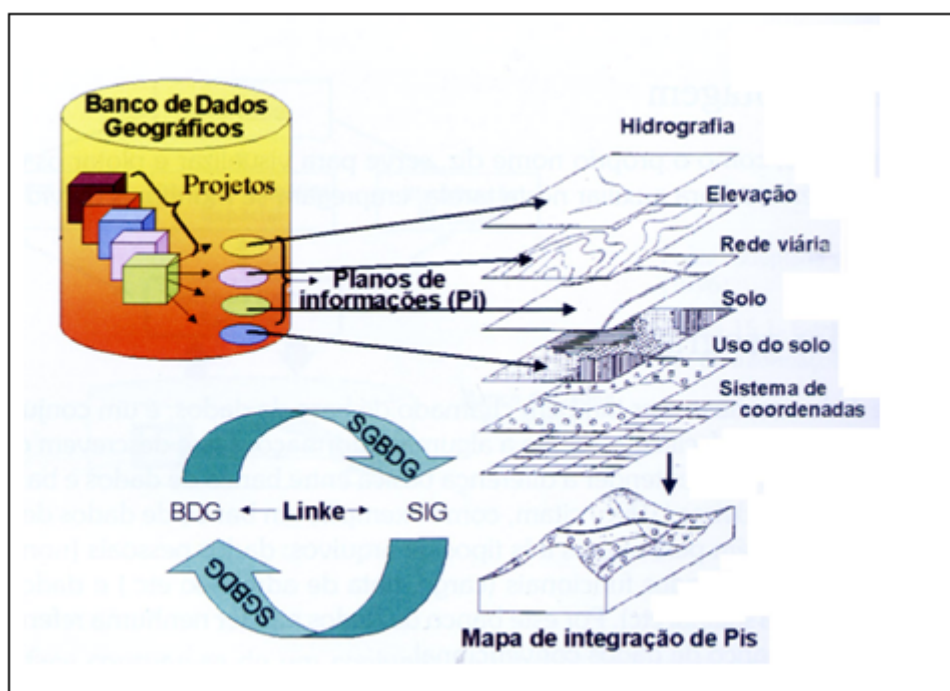
fluxos de águas superficiais. A Figura 38 apresenta a rede irregular TIN e a modelagem criada a partir da mesma.

Figura 38 – Rede irregular triangular e modelagem de superfície 3D



A Figura 39 apresenta a estrutura de dados dividida dentro de um banco de dados geográfico, as geometrias são separadas em layers ou Pis (Plano de Informações) onde cada geometria (topologia) tem seu ID (identificador) e os dados referentes a essa geometria possuem o mesmo identificador no banco, possibilitando a interatividade entre dados alfanuméricos e base vetorial.

Figura 39 – Estrutura e organização do Banco de Dados Geográficos (BDG)



3.11.5 Desenvolvimento e Utilização da Ferramenta

O aplicativo SIG foi desenvolvido utilizando-se a biblioteca do MapObject *lite* da ESRI , e em linguagem Visual Basic 6.

A base de dados vetorial como descrito antes, foi feita em softwares CAD e posteriormente feito o *link* entre as geometrias e base de dados (*features*) através dos identificadores (ID).

A base de dados utilizada no projeto foi o banco Dbase IV da Microsoft, porém, não é o formato mais apropriado para bancos robustos. Atualmente os bancos de dados mais utilizados são os SQL Server e Oracle.

Todas as informações inerentes as geometrias estão em arquivos Dbase IV, na pasta DBF, criada no diretório c:\SIGVO\DBF em 5 arquivos, sendo eles:

- CLAEMLT.DBF : classificação dos elementos
- IMAGENS.DBF : *hotlinks* lincados à geometria (fotos, mapas, descrições dos poços e SPTs)
- ANÁLISE.DBF : resultados das análises de todas as geometrias (poços, SPTs, trado, lagoas e rio)
- MATERIAL.DBF: tipos de materiais (meios: solo, água e chorume)
- TP_CONST.DBF: tipos de análises realizadas nos diferentes meios.

As features se encontram na pasta c:/SIGVO/Shapes, essas podem ser editadas no software ArcView, SPRING, TerraView, contudo não é possível a utilização de todas informações relacionadas às geometrias neste software. No banco de dados dessas features, encontra-se apenas a chave primaria de ligação à base de dados DBF, ou seja, o identificador (ID) que faz a ligação (join) entre as tabelas existentes no banco.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A organização dos dados dentro do sistema proposto levou em conta as seguintes fases

6.1 AGRUPAMENTO DOS DADOS DE ACORDO COM SUA ABRANGÊNCIA AMBIENTAL

Para efeito de análise via software, os elementos analisados quer sejam do meio solo, água ou chorume foram divididos em 5 grupos de acordo com o tipo de contaminação a que possam estar ligados. Os cinco grupos são:

- Físico : Foram agrupados na classificação do tipo físico os parâmetros ligados às propriedades físicas dos elementos como cor, turbidez , condutividade.
- Orgânico: Foram agrupados na classificação do tipo orgânica os parâmetros que de alguma forma apresentam ou indicam a presença de contaminação de origem orgânica, no sentido de demanda carbonácea. Nesta classificação foram agrupados os parâmetros como DBO, DQO, nitrato, fósforo.
- Micro-orgânico: Foram agrupados nesta classificação os elementos relacionados à poluição química por compostos orgânicos tóxicos como, por exemplo: pentaclorofenol, tolueno, tetracloroetano.
- Micro-biológico: No grupo dos microbiológicos foram avaliados coliformes fecais e totais, como indicadores da presença de microrganismos patogênicos.
- Químico: No grupo dos elementos químicos foram agrupados os metais pesados

A tabela dos parâmetros analisados, bem como locais da coleta das amostras, data das coletas, valor das análises podem ser vistos nos Anexos. Ressalta-se a importância da pré-análise da tabela antes da interpretação dos resultados, pois nem todos os parâmetros foram analisados em todos os pontos de coleta e nem nas mesmas datas. A interpretação dos resultados sem análise prévia do banco de dados de maneira integrada pode levar a uma interpretação errada.

Para o meio água foram coletadas amostras no poços de monitoramento e na nascente do córrego Piriquitos. A Tabela 7 apresenta os parâmetros analisados no meio água.

Tabela 7 – Relação de parâmetros analisados no meio água no poços de monitoramento e nascente do córrego Piriquitos

Classif.:	Elemento:	Classif.:	Elemento:
FISICO	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)
FISICO	COR (u.c)	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)
FISICO	PH (UpH)	ORGANICO	D.B.O. (mg O ₂ /L)
FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	ORGANICO	D.Q.O. (mg O ₂ /L)
MICRO-ORGANICO	1,1,1 TRICLOROETANO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	FOSFORO ($\mu\text{g}/\text{L}$)
MICRO-ORGANICO	1,2 DICLOROBENZENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	N ALBUMINOIDE (mg N/L)
MICRO-ORGANICO	2,4,6 TRICLOROFENOL ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	N AMONIAICAL (mg N/L)
MICRO-ORGANICO	4,4 DDT ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	N TOTAL (mg N/L)
MICRO-ORGANICO	ACENAFTENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	NITRATO (mg N/L)
MICRO-ORGANICO	ALDRIN ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	OLEOS E GRAXAS (mg/L)
MICRO-ORGANICO	ANTRACENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	POTASSIO (mg K/L)
MICRO-ORGANICO	BENZENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	SODIO (mg Na/L)
MICRO-ORGANICO	BENZO (A)ANTRACENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ORGANICO	TOC* (mg C/L)
MICRO-ORGANICO	BENZO (A)PIRENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	ALCALINIDADE A HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)
MICRO-ORGANICO	BENZO (B)FLUORANTENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO ₃ /L)
MICRO-ORGANICO	BENZO (GHI)PIRILENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	ANTIMONIO (mg Sb/L)
MICRO-ORGANICO	BENZO(K)FLUORANTENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	ARSENIO (mg As/L)
MICRO-ORGANICO	CLORETO DE VINILA ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	BARIO (mg Ba/L)
MICRO-ORGANICO	CRISENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)
MICRO-ORGANICO	DIBENZO (A,H)ANTRACENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	CALCIO (mg Ca/L)
MICRO-ORGANICO	DIELDRIN ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)
MICRO-ORGANICO	ENDRIN ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	CLORETO (mg Cl/L)
MICRO-ORGANICO	ESTIRENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	COBALTO (mg Co/L)
MICRO-ORGANICO	FENANTRENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)
MICRO-ORGANICO	FENOL ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)
MICRO-ORGANICO	FLUORENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	DIOXIDO DE CARBONO (mg CO ₂ /L)
MICRO-ORGANICO	HEXACLOROBENZENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	DUREZA TOTAL (mg CaCO ₃ /L)
MICRO-ORGANICO	INDENO(1,2,3-CD)PIRENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	FERRO (mg Fe/L)
MICRO-ORGANICO	LINDANO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)
MICRO-ORGANICO	NAFTALENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	MERCURIO (mg Hg/L)
MICRO-ORGANICO	PENTAFLOROFENOL ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	MOLIBDENIO (mg Mo/L)
MICRO-ORGANICO	PIRENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)
MICRO-ORGANICO	TETRAFLOROETENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	SELENIO (mg Se/L)
MICRO-ORGANICO	TOLUENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	SILICA SOLUVEL (mg SiO ₂ /L)
MICRO-ORGANICO	TRICLOROETENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)
MICRO-ORGANICO	XILENO ($\mu\text{g}/\text{L}$)		

Para o meio solo foram coletadas amostras em varias profundidades e foram analisadas em dois segmentos, as amostras dos furos de sondagem (SPT) que foram coletadas de metro em metro através e furo a trado e foram coletadas nas profundidades entre 0 e 2 metros nas seguintes profundidades: (00,00 - 00,10m) ;(00,10 - 00,20) ; (00,20 - 00,40) ; (00,40 - 00,60) ; (00,60 - 01,00) ; (01,00 - 01,50) e (01,50 - 02,00). A Tabela 8 apresenta as profundidades em que foram coletadas as amostras de solo para a análises descritas na Tabela 9 . Os resultados das análises se encontram nos Anexos tendo o resultado respectivo para cada profundidade.

Tabela 8 – Profundidades de coleta das amostras para as análises de solo da área do aterro.

Local:	SPT (Prof.)	Trado (Prof.)
SPT01	00,00 a 21,00	00,00 a 02,00
SPT02	00,00 a 12,00	00,00 a 02,00
SPT03	00,00 a 04,00	00,00 a 01,50
SPT04	00,00 a 15,00	00,00 a 02,00
SPT05	00,00 a 13,00	00,00 a 02,00
SPT06	00,00 a 11,00	00,00 a 02,00
SPT07	00,00 a 18,00	00,00 a 02,00
SPT08	00,00 a 16,00	00,00 a 02,00
SPT09	00,00 a 10,00	00,00 a 02,00
SPT10	00,00 a 10,00	01,50 a 02,00
SPT11	00,00 a 14,00	01,50 a 02,00

A Tabela 9, apresenta os parâmetros analisados no solo da área do aterro, estas análises foram realizadas pelo laboratório Lakefield em Belo Horizonte – MG. As análises foram realizadas para determinados SPTs e furos a trado nas profundidades descritas na Tabela 8. (Em 26/09/03 e apenas para os furos de sondagens SPT2, SPT3, SPT4, SPT5, SPT10 e SPT11).

Tabela 9 – Parâmetros analisados no solo na área do aterro e adjacências (26.09.03)

Material:	Classif.:	Elemento:
SOLO	QUIMICO	ALUMINIO (%)
		ANTIMONIO (ppm)
		ARSENIO (ppm)
		BARIO (ppm)
		BERILIO (ppm)
		BISMUTO (ppm)
		BORO (ppm)
		CADMIO (ppm)
		CALCIO (%)
		CHUMBO (ppm)
		COBALTO (ppm)
		COBRE (ppm)
		CROMO (ppm)
		CTC (meq/100g)
		ESCANDIO (ppm)
		ESTANHO (ppm)
		ESTRONCIO (ppm)
		FERRO (%)
		FOSFORO (%)
		ITRIO (ppm)
		LANTANIO (ppm)
		LITIO (ppm)
		MAGNESIO (%)
		MANGANES (%)
		MERCURIO (ppb)
		MOLIBDENIO (ppm)
		NIQUEL (ppm)
		POTASSIO (%)
		PRATA (ppm)
	SODIO (%)	
	TITANIO (%)	
	TUNGSTENIO (ppm)	
	VANADIO (ppm)	
ZINCO (ppm)		
ZIRCONIO (ppm)		
ORGÂNICO	MATÉRIA ORGANICA	

A grande variedade de parâmetros, com alterações de local, profundidade de coleta e datas, faz com que sua interpretação seja difícil. Visando criar um instrumento capaz de facilitar o uso e interpretação destes dados é que foi desenvolvido o software apresentado a seguir.

A aplicativo denominado SIGV0 , foi concebido de maneira a trabalhar com três funcionalidades, sendo elas: cadastro, consultas e ferramentas. Estas funcionalidades serão descritas e explicadas individualmente a seguir.

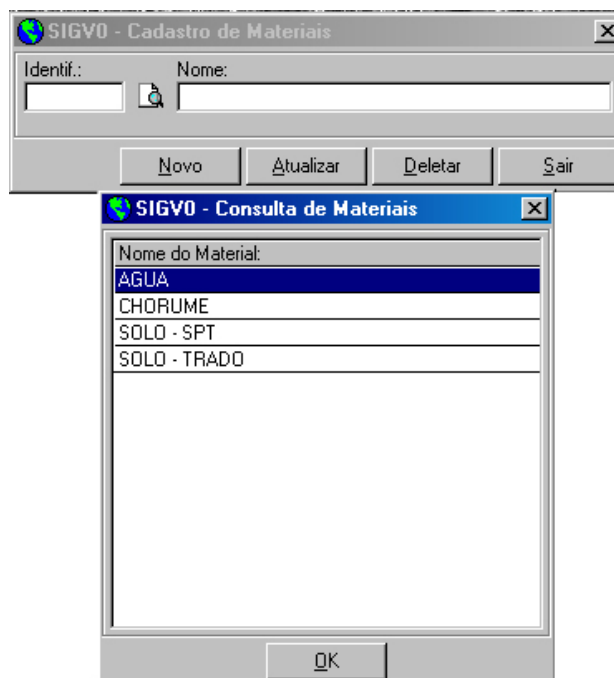
5.1.1 Cadastro de Materiais

Tem por finalidade cadastrar o meio que será analisado, para o estudo de caso foi feito o cadastro dos seguintes meios :

- Água: entende-se as amostras coletadas nos poços de monitoramento da área do aterro controlado e adjacências e do córrego Piriquitos.
- Chorume: entende-se pelas amostras coletadas na entrada e saída do sistema de tratamento de chorume
- Solo SPT: entende-se as amostras coletadas nos furos de sondagem de metro em metro até o nível impenetrável ao amostrador ou o NA.
- Solo trado: entende-se as amostras coletadas nos furos a trado

A Figura 40 apresenta a tela de cadastro do meio a ser analisado.

Figura 40 – Tela utilizada para cadastro do meio a ser analisado



Neste cadastro é permitido a inclusão de novos meios como, por exemplo, o meio ar. Para inclusão o procedimento é clicar em novo, digitar o nome do material e clicar em atualizar. Para a conferência do cadastro é necessário clicar

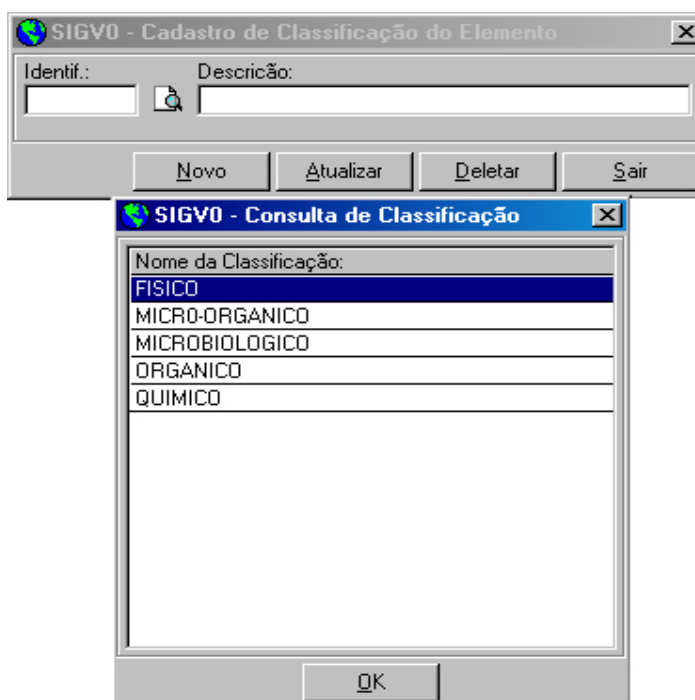
no botão de consulta (botão com ícone de uma lupa sobre uma folha de papel que se encontra entre o identificador (ID) e o nome do material). Para a exclusão o primeiro passo é clicar no botão de consulta, escolher o material a ser apagado, clicar duas vezes sobre o material e clicar sobre o botão deletar.

5.1.2 Cadastro de Classificação do Elemento

Este cadastro tem a função de permitir a inserção de classificação dos elementos ou parâmetros a serem analisados. Para o estudo de caso foram criados cinco grupos (físico, micro-orgânico, microbiológico, orgânico e químico) os quais foram atribuídos posteriormente ao elemento químico ou parâmetro analisado. Ex: meio “água”, elemento / parâmetro “condutividade”, classificação “físico”. Existe a possibilidade de criação de novos grupos. Para a criação de um novo grupo, clique no botão novo, automaticamente será gerado um identificador (ID) e escrever o nome do grupo, na seqüência clicar em atualizar. Para a exclusão o primeiro passo é clicar no botão de consulta, escolher o material a ser apagado, clicar duas vezes sobre o material e clicar sobre o botão deletar.

A figura 41 apresenta a tela de cadastro de classificação do elemento ou parâmetro analisado

Figura 41 – Tela de cadastro de classificação do elemento ou parâmetro analisado

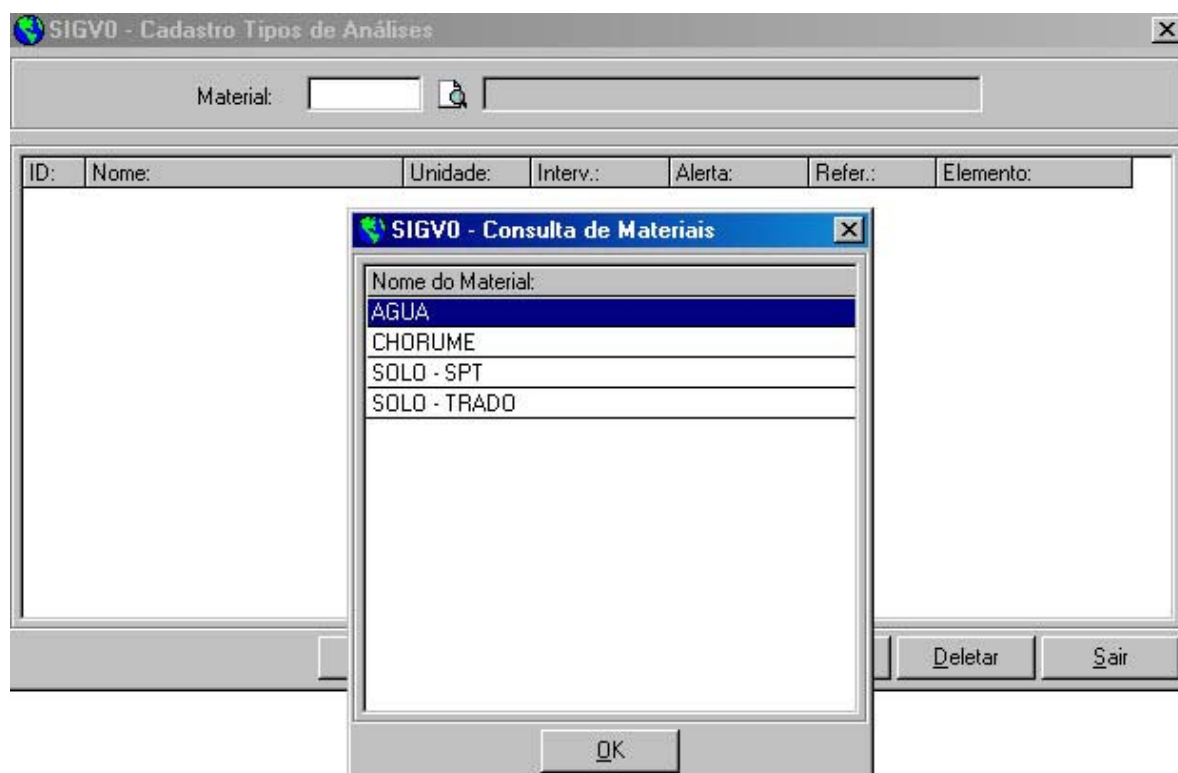


5.1.3 Cadastro dos Tipos de Análises

O cadastro dos tipos de análises tem a função de permitir a inserção de novas análises que até o momento não estejam inseridas no banco, aumentando o número de registros referentes ao tipo de análises realizadas. Cabe ressaltar que o tipo de análise está ligado ao meio em que a amostra foi coletada.

Para cadastrar um novo tipo de análise, deve-se entrar no menu, cadastro de análise, e na seqüência aparecerá uma tela de cadastro onde primeiramente deve se informar o meio no qual foi coletada a amostra para o novo tipo análise. A Figura 42 tela para cadastro de novos tipos de análises (tela de definição do meio).

Figura 42 – Tela para cadastro de novos tipos de análises (tela de definição do meio)



Após definido o meio, para realizar o cadastro do novo tipo de análise deve-se clicar em adicionar, automaticamente será aberta uma nova tela com o identificador (ID), com os campos para cadastrar o nome do novo tipo de análise, a unidade, valores de alerta, intervenção e referência e classificação do elemento. Para os valores de alerta, intervenção e referência caso o elemento ou

parâmetro a ser analisado possua algum desses valores ou mais de um, além de ser feito o cadastro deve-se informar na *combo-box* ao lado se foi informado ou não. Este passo se faz necessário para uso interno do processamento.

A partir da *list view* é possível gerar uma planilha no formato Excel, o que favorece conferências, aplicação de filtros por colunas, criação de macros, etc.

Para a exclusão de uma análise deve-se selecionar o tipo de análise a ser excluído e na seqüência clicar no botão deletar e em seguida no botão atualizar. A Figura 43 apresenta as telas de cadastro dos tipos de análises vinculadas ao meio e cadastro de unidade, classificação do elemento, valores de alerta, intervenção e referência.

Figura 43 – Tela de cadastro dos tipos de análise vinculada ao meio e cadastro de unidade, classificação do elemento, valores de alerta, intervenção e referência.

The image shows two overlapping windows from the SIGVO software. The top window, titled 'SIGVO - Cadastro Tipos de Análises', has a 'Material' field set to '1' and 'AGUA'. Below this is a table listing various analysis types with their respective units, intervention values, alert values, reference values, and element classifications. The bottom window, titled 'SIGVO - Dados do Tipo de Análise', is a dialog box for entering details for a specific analysis type, with fields for identifier, name, unit, alert, intervention, reference, and element classification, each with a corresponding 'Informado' dropdown menu.

ID:	Nome:	Unidade:	Interv.:	Alerta:	Refer.:	Elemento:
1	1,1,1 TRICLOROETANO	µg/L	600	0	0	MICRO-ORGANICO
2	1,2 DICLOROBENZENO	µg/L	0	0	0	MICRO-ORGANICO
3	1,2 DICLOROETANO	µg/L	10	0	0	MICRO-ORGANICO
4	1,3 DICLOROBENZENO	µg/L	0	0	0	MICRO-ORGANICO
5	1,4 DICLOROBENZENO	µg/L	0	0	0	MICRO-ORGANICO
6	2,4,6 TRICLOROFENOL	µg/L	200	0	0	MICRO-ORGANICO
7	4,4 DDT	µg/L	2	0	0	MICRO-ORGANICO
8	ACENAFTENO	µg/L	0	0	0	MICRO-ORGANICO
9	ACENAFTILENO	µg/L	0	0	0	MICRO-ORGANICO
10	ALCALINIDADE A HCO3	mg CaCO3/L	0	0	0	QUIMICO
11	ALCALINIDADE TOTAL	mg CaCO3/L	0	0	0	QUIMICO
12	ALCALNIDADE A CO3	mg CaCO3/L	0	0	0	QUIMICO
13	ALDRIN	µg/L	0,03	0	0	MICRO-ORGANICO
14	ANTIMONIO	mg Sb/L	0,005	0	0	QUIMICO

The dialog box 'SIGVO - Dados do Tipo de Análise' contains the following fields:

- Identificador: 81
- Nome: NOVA ANALISE
- Unidade: mg / L
- Alerta: 0,00000000 (Informado: NAO)
- Intervenção: 0,00000000 (Informado: NAO)
- Referência: 0,00000000 (Informado: NAO)
- Clas. Elemento: QUIMICO

6.1.4 Cadastro dos Resultados das Análises

Para realizar este cadastro é necessária a informação do material (meio) que se coletou a amostra para análise. A data e o local de onde foi retirada a amostra devem ser informados obrigatoriamente e no caso o material ser solo, o campo profundidade se torna obrigatório.

É importante lembrar que os resultados das análises devem estar na unidade de medida cadastrada, no caso da unidade ser diferente há necessidade de conversão para o padrão do aplicativo. Este permite a geração de arquivo no formato Excel assim como o cadastro de novas análises, permitindo a versatilidade de trabalhar com os dados no aplicativo da Microsoft. É possível a impressão direta da gride, o formato de impressão será do tipo relatório gerado pelo Active Reports.

Para efetuar o cadastro dos resultados, primeiramente deve-se dar um duplo clique sobre a análise, em seguida será aberta uma nova janela com os dados da análise onde será necessário imputar o valor de detecção da metodologia aplicada na análise e valor do resultado, na seqüência clicar no botão OK e no botão atualizar na tela principal.

Para edição de resultados já cadastrados deve-se dar um duplo clique na análise a ser editada e em seguida imputar os dados que forem ser alterados, na seqüência clicar no botão OK e em seguida no botão atualizar na tela principal.

Figura 44 – Tela de cadastro de resultados das análises

The main window, titled "SIGVO - Cadastro de Resultado de Análises", contains the following fields:

- Material: 1 (with a search icon) and a text box containing "AGUA".
- Data: 14/08/2003
- Local: PM02 (dropdown menu)
- Pofundidade: 00,00 - 00,00 metros

The table below displays the analysis results:

ID:	Tipo da Análise:	Interv.:	Alerta:	Refer.:	Detect.:	Valor:	Analisado:
1	1,1,1 TRICLOROETANO (µg/L)	600	0	0	0,2	0	SIM
2	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	0	0	0	0,2	0,9	SIM
3	1,2 DICLOROETANO (µg/L)	10	0	0	0,2	0	SIM
4	1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	0	0	0	0,2	0	SIM
5	1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	0	0	0	0,2	0,6	SIM
6	2,4,6 TRICLOROFENOL (µg/L)	200	0	0	0,6	0	SIM
7	4,4 DDT (µg/L)	2	0	0	0,02	0,04	SIM
8	ACENAFTENO (µg/L)	0	0	0			
9	ACENAFTILENO (µg/L)	0	0	0			
10	ALCALINIDADE A HCO3 (mg CaCO3/L)	0	0	0	0	115	SIM
11	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	0	0	0			
12	ALCALNIDADE A CO3 (mg CaCO3/L)	0	0	0	0	0	SIM
13	ALDRIN (µg/L)	0,03	0	0	0,001	0	SIM
14	ANTIMONIO (mg Sb/L)	0,005	0	0	0,2	0	SIM
15	ANTRACENO (µg/L)	0	0	0			
16	ARSENIO (mg As/L)	0,01	0	0	0,01	0	SIM

Buttons at the bottom of the main window: Imprimir, Gerar Excel, Editar, Adicionar, Atualizar, Deletar, Sair.

The dialog box "SIGVO - Dados da Análise" shows the following values:

- Detecção: (empty text box)
- Análise: 115,00000000
- Analisado: SIM (dropdown menu)

Buttons at the bottom of the dialog box: Ok, Sair.

6.2 CONSULTA

No aplicativo existem três tipos de consultas, sendo elas: consulta por elemento, consulta por resultado de análises e consulta parametrizada. Os três formatos serão descritos nos sub-itens a seguir.

6.2.1 Consulta por Elemento

Essa consulta encontra-se na barra de menu dentro de "Consultas". Para utilização é necessário a escolha de um tipo de elemento ou parâmetro, estes já aparecem automático na *combo*, pois são os "elementos/parâmetros" previamente cadastrados. Ao ser selecionado um elemento/parâmetro, automaticamente a *list*

view será carregada com todas as análises realizadas para o elemento escolhido (material, classificação, data da coleta, profundidade da coleta no caso de material do tipo solo, os valores de referência, intervenção, alerta e resultado da análise, como é demonstrado na Figura 45). Depois de realizada a consulta é possível a impressão ou geração de arquivo Excel.

Figura 45 – Tela de consulta por elemento

Material:	Classif.:	Data:	Local:	Profund.:	Interv.:	Alerta:	Refer.:	Detect.:	Analise:
AGUA	QUIMICO	14/08/2003	PM02	-	-	-	-	0,2	0
AGUA	QUIMICO	14/08/2003	PM05	-	-	-	-	0,2	0
AGUA	QUIMICO	14/08/2003	PM07	-	-	-	-	0,2	0
AGUA	QUIMICO	14/08/2003	RIO	-	-	-	-	0,2	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	00,00 - 01,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	01,00 - 02,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	02,00 - 03,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	03,00 - 04,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	04,00 - 05,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	05,00 - 06,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	06,00 - 07,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	07,00 - 08,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	08,00 - 09,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	09,00 - 10,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT02	10,00 - 11,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT03	00,00 - 01,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT03	01,00 - 02,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT03	02,00 - 03,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT03	03,00 - 04,00	-	-	-	10	0
SOLO - SPT	QUIMICO	26/09/2003	SPT04	00,00 - 01,00	-	-	-	10	0

6.2.2 Consulta de Resultado das Análises

A consulta de resultado de análises tem como função permitir a consulta por sistema hierárquico de restrições, ou já existem filtros que irão refinar a consulta de acordo com variáveis pré-existentes. A ordem hierárquica é: material, data, local e profundidade no caso de material do tipo solo.

Por exemplo, para o material do tipo solo-spt (ID 2), será habilitado a próxima *combo* com as datas que existem análises para este “material”, escolhida a data será habilitado os locais de coleta para aquele material na determinada data e no caso do material ser do tipo solo será habilitado a profundidade para o local em

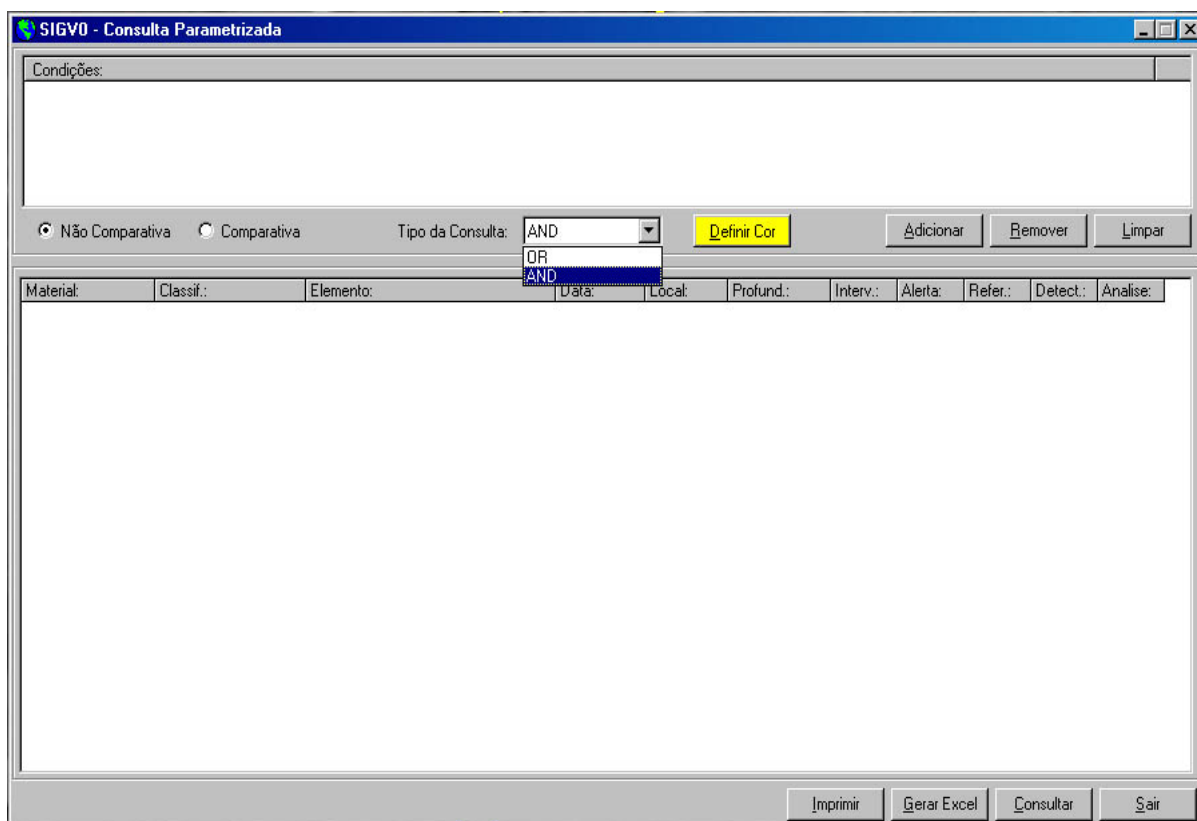
determinada data de um elemento pré-definido. Após definidos os filtros hierárquicos a *list view* será carregada com os dados que se enquadrarem na consulta. Após a consulta é possível a impressão e geração de arquivo do tipo Excel (Figura 46).

Figura 46– Consulta de resultados de análises

ID:	Tipo da Análise:	Tipo:	V. Detecção:	V. Análise:
3	ALUMINIO (%)	QUIMICO	0,15	4,6
25	ANTIMONIO (ppm)	QUIMICO	10	0
4	ARSENIO (ppm)	QUIMICO	10	0
6	BARIO (ppm)	QUIMICO	3	2654
7	BERILIO (ppm)	QUIMICO	3	0
8	BISMUTO (ppm)	QUIMICO	20	0
5	BORO (ppm)	QUIMICO	10	0
10	CÁDMIO (ppm)	QUIMICO	3	0
9	CÁLCIO (%)	QUIMICO	0,01	0,21
24	CHUMBO (ppm)	QUIMICO	8	63
11	COBALTO (ppm)	QUIMICO	8	300
13	COBRE (ppm)	QUIMICO	0	558
12	CROMO (ppm)	QUIMICO	0	227
26	ESCÂNDIO (ppm)	QUIMICO	3	0
27	ESTANHO (ppm)	QUIMICO	20	0
28	ESTRÔNCIO (ppm)	QUIMICO	3	34

6.2.3 Consulta Parametrizada

A consulta parametrizada também utiliza o método de hierarquia de restrições, a Figura 47 mostra a interface da consulta parametrizada e na seqüência serão descritos os passos de como montar a consulta.

Figura 47 – Interface da consulta parametrizada

Antes de montar a estrutura condicional, se faz necessário a definição do método de consulta a ser realizada. Existem dois métodos o comparativo e não comparativo e duas combinações (tipo de consulta) *AND* e *OR*. Com isso podem-se ter quatro combinações, são elas:

- Não comparativa + AND
- Não comparativa + OR
- Comparativa + AND
- Comparativa + OR

Após a escolha do método de consulta o próximo passo é a parametrização, ou seja, montar a estrutura condicional para a consulta parametrizada. A parametrização é feita utilizando o método de restrições hierárquicas como na consulta de resultados de análises, porém a ordem das variáveis é diferente e existem mais filtros.

A restrição hierárquica é aplicada na seqüência: material, classificação desse material, elemento/parâmetro, data, profundidade no caso de material solo e ao final existe uma combinação de filtros quantitativos e qualitativos relacionados à variável valor da análise, onde pode-se montar expressões alfas-numéricas.

As restrições se dão na ordem hierárquica do material para o valor da análise, ou seja, primeiro se determina o tipo de material, para esse material serão habilitados os grupos químicos previamente cadastrados, que por sua vez ao ser determinado habilitará os elementos/parâmetros que habilitará as datas para o parâmetro fornecido e assim por diante.

Cabe ressaltar que não se faz necessário a determinação de todas as variáveis da parametrização, porém não é possível pular um degrau do nível hierárquico, por exemplo, informar o material e pular para o elemento sem informar a classificação. A Figura 48 apresenta a interface de parametrização.

Figura 48 – Tela para construção de estruturas condicionais

A imagem mostra uma janela de diálogo intitulada "SIGVO - Parâmetros". O formulário contém os seguintes campos:

- Material: AGUA
- Classificação: QUIMICO
- Elemento: CADMIO
- Data: 14/08/2003
- Local: PM02
- Profundidade: <SELECIONE>
- Valor da Análise: > e ALERTA

Na base da janela, há dois botões: "OK" e "Cancelar".

A tela de construção de estruturas condicionais respeita a hierarquia de cima para baixo filtrando os dados conforme os parâmetros escolhidos. Por exemplo, se escolhido apenas o material água, a consulta retornará todos os elementos analisados no meio água para todas as datas e todos os locais, caso seja selecionado o botão adicionar será permitido a adição de mais uma estrutura

condicional podendo ser relacionada ao meio água ou a qualquer outro meio cadastrado.

Existem ainda os métodos de consulta comparativa ou não comparativa que aliado ao tipo de consulta “AND” ou “OR” aumentam a gama de possibilidades.

A consulta não comparativa não compara os tipos de elementos ou parâmetros entre si, ou seja não irá trazer a interseção de elementos entre dois meios (busca a união entre os conjuntos), um exemplo seria, sódio na água e no solo, interpretará como dois elementos diferentes.

Já a consulta comparativa irá fazer a comparação entre os elementos ou parâmetros entre os meios (intersecção entre conjuntos).

A combinação das consultas comparativas e não comparativas ao tipo de consulta “and” ou “or” resultará em (é importante ressaltar que as consultas comparativas ou não comparativas só serão validas para mais de uma expressão condicional):

Consulta comparativa + tipo de consulta “and”: fará a comparação entre os elementos ou parâmetros entre os meios (intersecção) e retornará apenas os registros com resultados verdadeiros para as duas (ou mais) expressões condicionais o “and” implica que sejam verdadeiras as duas expressões (tem que satisfazer as duas ou mais expressões).

Consulta comparativa + “or”: fará a comparação entre os elementos ou parâmetros entre os meios e retornará os registros (intersecção) que tenham resultado verdadeiro para alguma das expressões condicionais.

Consulta não comparativa + “and”: não fará a comparação entre elementos ou parâmetros entre os meios e retornará os registros que forem verdadeiros para as duas (ou mais) expressões (tem que satisfazer as duas ou mais expressões).

Consulta não comparativa + “or”: não fará a comparação entre elementos ou parâmetros entre os meios e retornará os registros que forem verdadeiros para alguma das expressões condicionais.

No exemplo mostrado a seguir as expressões de consultas montadas foram, para o material água, classificação orgânica e elemento/parâmetro DQO (não comparativa, união de conjuntos) e material solo-trado, classificação orgânico e elemento/parâmetro matéria orgânica, quais os registros encontrados,

define-se uma cor para a representação temática e clica-se em consultar para a pesquisa e preenchimento da *gride*.

Figura 49 – List view de resultados da consulta parametrizada

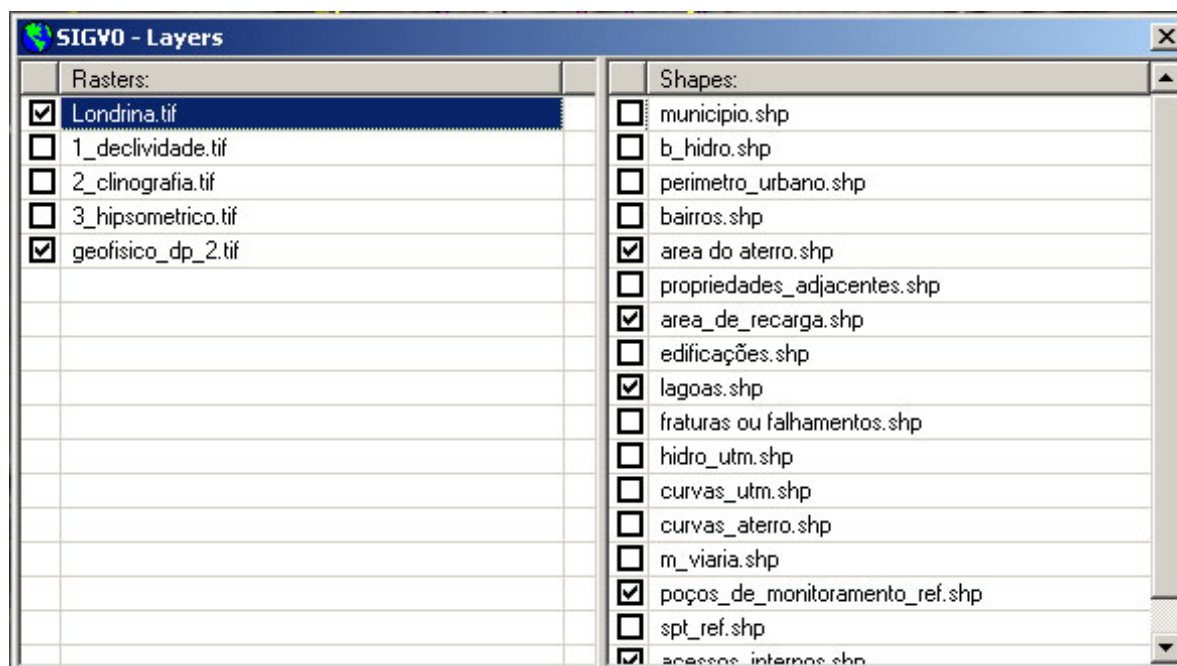
Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Profund.:	Interv.:	Alerta:	Refer.:	Detect.:	Analise:
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM02	-	0	0	0	5	20
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM03	-	0	0	0	5	60,6
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM04	-	0	0	0	5	15,7
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM05	-	0	0	0	5	12,1
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM07	-	0	0	0	5	15,7
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM08	-	0	0	0	5	23,5
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM11	-	0	0	0	5	43,1
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	PM12	-	0	0	0	0	62,7
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	10/08/2004	RID	-	0	0	0	5	31,3
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM01	-	0	0	0	5	2293,2
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM02	-	0	0	0	5	51
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM03	-	0	0	0	5	27,5
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM04	-	0	0	0	5	4
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM05	-	0	0	0	5	15,7
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM07	-	0	0	0	5	0
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM08	-	0	0	0	5	78,4
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM10	-	0	0	0	5	74,5
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM11	-	0	0	0	5	23,5
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	PM12	-	0	0	0	5	66,6
AGUA	ORGANICO	D.Q.O. (mg O2/L)	14/11/2004	RID	-	0	0	0	5	39,2

Já na barra de menus, o menu ferramenta possui as seguintes funcionalidades: *raster*, visualizar pontos, backup, restaurar e imagens. Na seqüência estão descritas uma a uma.

- *Raster*: a ferramenta *raster* tem como função gerar uma imagem a partir da captura de tela, ou seja, transformará num arquivo do tipo *bitmap* o que está sendo apresentado na tela. Com isso tem-se a possibilidade de envio do arquivo imagem e *gride* transformada em *Excel* por e-mail onde qualquer operador que tenha as ferramentas do Microsoft Office como Excel e visualizador de imagens poderá analisá-los.
- Visualizar pontos: existe dentre os ícones a ferramenta marcar pontos, que serve para marcar geograficamente anomalias ou alvos de interesse detectados via sensoriamento remoto, depois de

marcados os pontos no menu ferramentas, pode-se desligar e ligar as coordenadas UTM.

- Backup: esta ferramenta tem a função de fazer uma cópia do banco de dados como segurança, toda vez que for feita atualização e cadastro de dados seria importante a criação do *backup*.
- Restaurar: o restaurador tem a função de restaurar o banco de dados da pasta de *backup*. Para isso é necessário ter um *backup* prévio
- Imagens: a ferramenta imagem serve para ativar e desativar imagens e fotos vinculados a uma geometria, ao clicar sobre o “imagens” será aberta uma tela com uma *combo* com todas as entidades vetoriais existentes no programa (poços de monitoramento, spt, lagoa, ...). Para cada entidade pode ou não ter fotos no formato *hotlink*, ou seja além do banco de dados existe um banco de imagens vinculado às entidades geométricas estudadas.
- *Layers* : este aplicativo se encontra nos ícones situados abaixo do menu principal. Esta ferramenta tem como funcionalidade ativar e desativar os *layers*, ou seja, pode ser feita a composição de entidades geométricas vetoriais ou imagens de acordo com a necessidade para a análise. Para ativar e desativar se faz necessário colocar um *flag* sobre a caixa pertinente ao *layer*. A Figura 50 mostra a tela de *layers*.

Figura 50 – Tela de ativação e desativação de *layers*

7 APLICAÇÃO DO SOFTWARE À ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS E FUROS DE SONDAGENS SITUADOS NO ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA E ADJACÊNCIAS

Após o cadastro de todos os dados levantados em campo e laboratórios, fez-se a aplicação da ferramenta. Para as consultas geradas foram utilizados como parâmetros os valores de referência de qualidade para solos e águas subterrâneas da CETESB (2001) e a Resolução do CONAMA 357, de 17 de março de 2005. A seguir são apresentados os valores dos elementos analisados que tiveram os resultados superiores aos valores de alerta (solos) e intervenção (águas subterrâneas e solo CETESB, 2001) e da Resolução do CONAMA 357.

a) Contaminação por metais pesados:

A análise do teor de metais pesados nas amostras coletadas nos poços de monitoramento e furos de sondagem podem dar uma idéia da distribuição desses elementos na área estudada.

Chumbo: A análise do elemento chumbo no meio água foi feita em duas campanhas, sendo a primeira no dia 14/08/03 nos PM02, PM05, PM07 e rio e no dia 15/11/2004 nos PM01, PM02, PM03, PM04, PM05, PM07, PM08, PM10, PM11 e PM12. Para estas datas os locais onde os valores encontrados estavam acima dos valores de intervenção são apresentados na Tabela 10.

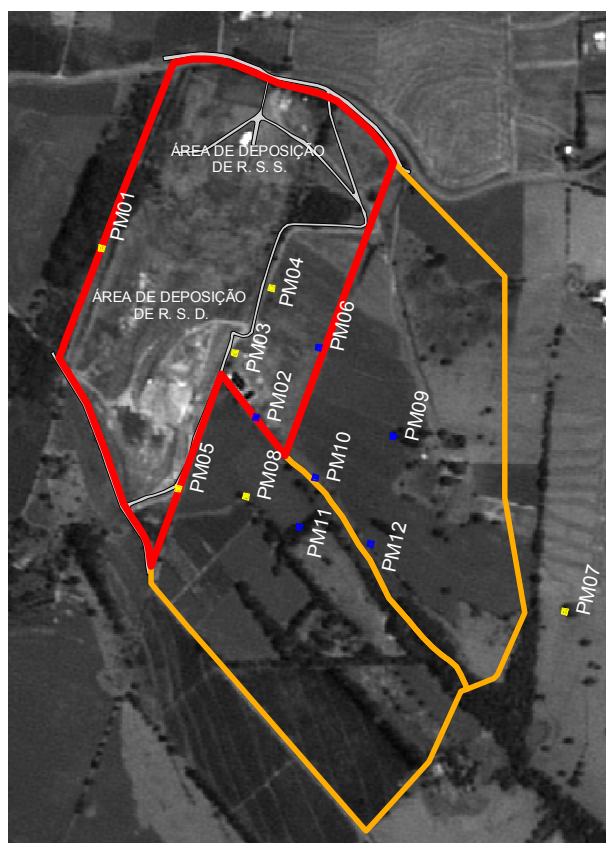
Tabela 10 – Valores de chumbo encontrados acima dos valores de intervenção (CETESB, 2001) no meio água no aterro controlado do município de Londrina e adjacências

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Interv.:	Detect.:	Análise:
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	15.11.04	PM01	0,01	0,001	1,008
			15.11.04	PM03		0,001	0,026
			15.11.04	PM04		0,001	0,011
			14.08.03	PM05		0,05	0,19
			15.11.04			0,001	0,119
			14.08.03	PM07		0,05	0,13
			15.11.04			0,001	0,011
			15.11.04	PM08		0,001	0,02

Nota-se que no poço de monitoramento PM01, o valor da análise é 100 vezes maior do que o valor de intervenção. A Figura 51 apresenta em amarelo os PMs que se enquadraram em alguma das datas de análise com valores superiores ao utilizados como filtro, no caso o valor de intervenção.

O PM05 também apresentou valores altos de chumbo, quase 12 vezes superior ao permitido. É importante ressaltar que os PM05 e PM03 encontram-se próximos a base do talude da massa de resíduos aterrados. A antiga lagoa de acúmulo de chorume, antes do sistema de captação se encontrava a aproximadamente 5 metros do PM03.

Figura 51 – Pontos com valores de chumbo em água superiores aos valores de intervenção (CETESB, 2001)



Para o meio solo não foram encontrados valores superiores aos valores orientadores de intervenção, contudo comparando aos valores de alerta obteve-se os registros dos SPTs apresentados na Tabela 11. Estes acima dos valores de alerta de acordo com os valores orientadores da CETESB.

Tabela 11 – Valores de chumbo encontrados acima dos valores de alerta (CETESB, 2001) no meio solo na área do aterro controlado e adjacências

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Profund.:	Interv.:	Alerta:	Refer.:	Detect.:	Análise:
SOLO SPT	QUIMICO	CHUMBO (ppm)	26.09.03	SPT10	02,00 - 03,00	200	100	17	8	101
					03,00 - 04,00					106
					04,00 - 05,00					101
					05,00 - 06,00					101
					08,00 - 09,00					124
				SPT11	02,00 - 03,00					102
					05,00 - 06,00					101
					06,00 - 07,00					105

Cabe ressaltar que as análises de solo não foram feitas para todos os furos de sondagem, apenas para os furos SPT02, SPT03, SPT04, SPT05, SPT10 e SPT11. Os SPTs que apresentaram valores de alerta superiores aos orientadores estão bem próximos dos poços de monitoramento PM01 e da saída da lagoa de estabilização de chorume (PM03). Em algumas visitas ao aterro constatou-se vazamentos de chorume por transbordamento da lagoa ou por vazamentos do registro. Nos furos SPT05 e SPT11 detectou-se valores de chumbo superiores aos de alerta de 109 ppm na camada de 20 a 40 cm e no SPT10 de 106 ppm na camada de 0 a 10 cm. A Figura 52 apresenta em amarelo os SPTs que tiveram resultados superiores aos valores de alerta.

Figura 52 – Representação dos SPTs com valores das análises superiores ao valores orientadores de alerta (CETESB, 2001).



Níquel: A análise do elemento níquel no meio água foi feita em duas campanhas, sendo a primeira no dia 14/08/03 nos PM 2,5,7 e rio e no dia 15/11/2004 nos PM 1,2,3,4,5,7,8,10,11 e 12. Para estas datas o único local analisado que apresentou valor acima do valor de intervenção foi o PM01, com valor de 1,8 vezes o valor orientador (0,05 mg Ni/L).

Já no meio solo foi feita uma única campanha de coleta no dia 26.09.2003 apenas para os furos SPT02, SPT03, SPT04, SPT05, SPT10 e SPT11. Todos os furos apresentaram valores superiores aos valores orientadores de intervenção, e em todas as camadas também variando entre 1 a 2,5 vezes o valor.

Cromo: A análise do elemento cromo no meio água foi feita em duas campanhas, sendo a primeira no dia 14/08/03 nos PM 2,5,7 e rio e no dia 15/11/2004 nos PM 1,2,3,4,5,7,8,10,11 e 12. Para essas campanhas encontrou-se o valor de 13,22 vezes maior no PM01.

Para o meio solo foi realizada apenas uma única campanha no dia 26.09.03, nos furos SPT02, SPT03, SPT04, SPT05, SPT10 e SPT11. Após análise do banco de dados não constatou-se valores superiores aos de intervenção, porém levando-se em consideração os valores de alerta, obteve-se resposta para todos os furos realizados e em toda suas estratificações.

Manganês: A análise do elemento manganês foi realizada somente na data de 14.08.2003 para os poços de monitoramento PM02, PM05, PM07 e na nascente do Córrego Piriquitos. A Tabela 12 apresenta os resultados encontrados com valores superiores aos valores de intervenção.

Tabela 12 – Valores de manganês encontrados acima dos valores de intervenção (CETESB, 2001) no meio água na área do aterro controlado e adjacências

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Interv.:	Detect.:	Análise:
AGUA	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)	14.08.03	PM05	0,1	0,012	1,29
				PM07	0,1		0,295
				RIO	0,1		0,105

Para o elemento manganês no meio solo a CETESB não apresenta valores orientadores.

A Tabela 13 apresenta o levantamento dos elementos que constam no Relatório de Estabelecimento de Valores orientadores para Solos e Águas Subterrâneas e que na análise de solo apresentaram valores superiores aos de intervenção. Obs: as análises foram feitas para os furos de sondagens SPT2, SPT3, SPT4, SPT5, SPT10 E SPT11.

Tabela13 – Resultados de análises de solo com valores superiores aos valores de intervenção (CETESB, 2001) na área do aterro controlado e adjacências

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local: SPT	Interv.:
SOLO - SPT	QUIMICO	BARIO (ppm)	26.09.03	2,3,4,5,11	300
		COBALTO (ppm)	26.09.03	2,3,4,5,10,11	40
		COBRE (ppm)	26.09.03	2,3,4,5,10,11	100
		NIQUEL (ppm)	26.09.03	2,3,4,5,10,11	50
		ZINCO (ppm)	26.09.03	2,3	500

b) Parâmetros físicos

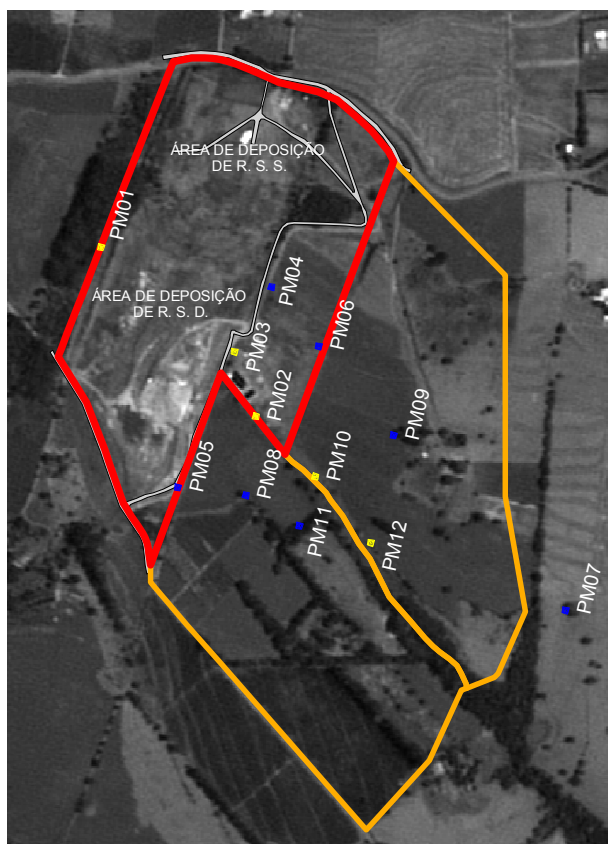
Condutividade: Na ausência de referencial arbitrou-se como parâmetro para detectar-se anomalias na condutividade valores superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A Tabela 14 apresenta as datas de coletas e os valores de condutividade superiores.

Tabela 14 – Valores de condutividade dos PM da área do aterro controlado e adjacências

Material:	Classif.:	Data:	Local:	Análise:
AGUA	FISICO	10.08.04	PM01	7720
		14.11.04		10490
		14.08.03	PM02	513
		10.08.04		958
		14.11.04		1113
		10.08.04	PM03	1006
		14.11.04		717
		10.08.04	PM04	0
		14.11.04		143,8
		14.08.03	PM05	246
		10.08.04		397
		14.11.04		397
		14.08.03	PM07	237
		10.08.04		51,7
		14.11.04		96,7
		10.08.04	PM08	55,4
		14.11.04		117,3
		10.08.04	PM10	286,4
		14.11.04		1503
		10.08.04	PM11	35,1
		14.11.04		377
		10.08.04	PM12	255
		14.11.04		970
		14.08.03	RIO	295
10.08.04	114,5			
14.11.04	458			

A Figura 53 apresenta em amarelo os pontos onde os valores de condutividade são superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nota-se o alinhamento dos PMs 2, 10, 12 e a nascente do córrego, a maior condutividade se dá no PM10, caminho preferencial para o fluxo de águas sub-superficiais e superficiais.

Figura 53 – Destaque dos PMs com valores de condutividade superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$



pH : A Tabela 15 apresenta as análises realizadas de pH com seus respectivos locais e datas.

Tabela 15 – Resultado de análises de pH na área do aterro, entorno e saída da lagoa de estabilização

Material:	Classif.:	Data:	Local:	Análise:
AGUA	FISICO	10.08.04	PM01	7,60
		14.11.04		7,80
		14.08.03	PM02	6,83
		10.08.04		6,20
		14.11.04	PM03	6,57
		10.08.04		6,70
		14.11.04	PM04	6,64
		10.08.04		5,80
		14.11.04	PM05	6,09
		14.08.03		6,40
		10.08.04	PM07	6,20
		14.11.04		6,24
		14.08.03	PM08	6,92
		10.08.04		5,90
		14.11.04	PM10	6,12
		10.08.04		6,50
		14.11.04	PM11	5,75
		10.08.04		6,00
		14.11.04	PM12	6,09
		10.08.04		5,70
14.11.04	RIO	5,76		
10.08.04		6,20		
14.11.04	S LAGOA	6,49		
14.08.03		7,34		
10.08.04	S LAGOA	7,40		
14.11.04		7,30		
CHORUME	S LAGOA	06.02.01	S LAGOA	7,60
		05.03.01		7,50
		27.03.01		8,30
		03.04.01		8,40
		09.08.01		8,50
		05.09.01		8,25
		01.08.03		8,00

Nota-se que os valores de pH menores que 6 se dão na grande maioria nas áreas do adjacentes ao aterro (PM08, PM11, PM07), com exceção do PM04 que nem sempre possui água, salvo em períodos de chuva em que o nível do lençol freático sobe.

c) Contaminação por micro-poluentes orgânicos

Para os micro-poluentes orgânicos foram realizadas as análises em duas baterias, sendo a primeira em 14.08.2003 (PM02 ,PM04, PM05, PM07 e nascente do córrego Piriquitos) dos elementos descritos na “coluna elemento” da Tabela 16 e uma segunda análise no dia 15.11.2004 do composto naftaleno apenas

para o PM05, pois este poço de monitoramento fica a jusante de um área suspeita de ter recebido embalagens de defensivos agrícolas. A Tabela 16 apresenta os resultados de análises em que houve detecção do parâmetro, ou seja, valor maior do que o de detecção.

Tabela 16 – Resultados das análises de micro-poluentes orgânicos em que foram detectados os parâmetros

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Detect.:	Análise:
AGUA	MICRO-ORGÂNICO	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	14.08.03	PM02	0,2	0,9
		1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	14.08.03		0,2	0,6
		4,4 DDT (µg/L)	14.08.03		0,02	0,04
		1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	14.08.03	PM05	0,2	128
		1,2 DICLOROETANO (µg/L)	14.08.03		0,2	7
		1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	14.08.03		0,2	2
		ACENAFTENO (µg/L)	15.11.04		0,1	7,2
		NAFTALENO (µg/L)	14.08.03		0,5	19

d) Contaminação por agentes microbiológicos

A Tabela 17 apresenta as datas das análises de coliformes fecais e totais, com seus respectivos locais de coleta. Devido ao pequeno número de amostras coletadas não é possível afirmar se há contaminação por coliformes fecais nas amostras analisadas.

Tabela17 – Resultados das análises de coliformes fecais e totais dos poços de monitoramento e nascente do córrego Piriquitos

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Análise:
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	14.11.04	PM02	52
			14.11.04	PM07	2
			10.08.04	RIO	305
			14.11.04		470
		COLIFORMES TOTAIS (NPM)	14.11.04	PM01	63
			14.11.04	PM02	19863
			14.11.04	PM03	24190
			14.11.04	PM04	81,3
			14.11.04	PM05	8,6
			14.11.04	PM07	1119,9
			14.11.04	PM08	8704
			14.11.04	PM10	547,5
			14.11.04	PM11	36540
			14.11.04	PM12	1986,3
			10.08.04	RIO	16740
			14.11.04		120330

e) Contaminação por poluentes orgânicos

Em função do Relatório de Valores Orientadores para solos e águas subterrâneas da CETESB não apresentar valores orientadores para contaminação orgânica, adotou-se a Legislação Federal CONAMA n.357/05 utilizando a Classe I como parâmetro comparativo.

A Legislação preconiza que o valor máximo para DBO deverá ser de 3,0 mg/L para mananciais - Classe I. A Tabela 18 apresenta os valores encontrados no banco de dados com valores de DBO superiores a 3,0 mg/L.

Tabela 18 – Valores encontrados no banco de dados com valores de DBO superiores a 3,0 mg/L nos poços de monitoramento e nascente do córrego Piriquitos

Material:	Classif.:	Elemento:	Data:	Local:	Análise:
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	10.08.04	PM01	135
			14.11.04		146
			14.08.03	PM02	15
			14.11.04		4
			14.11.04	PM03	11
			14.08.03	PM05	14
			14.08.03	PM07	15
			14.08.03	RIO	11

8 CONCLUSÕES

A utilização do Sistema de informações geográficas na gestão de dados mostrou ser uma ferramenta de muita utilidade no que tange a otimização de tempo e no auxílio à tomadas de decisões. Bancos de dados com milhares de registros podem ser varridos em menos de um segundo, tanto para consultas quanto para filtragens parametrizadas ou até construção de estruturas condicionais parametrizadas.

Outra vantagem verificada foi de se construir um banco de dados integrados e em meio digital, o que proporciona que os dados das próximas análises, ao longo do tempo possam continuar alimentando o sistema, permitindo a execução de análises históricas, evolução dos processos de contaminação ou remediação, bem como a projeção de cenários.

Além da possibilidade de retorno de consultas e cruzamentos de dados quase que imediatos os Sistemas de Informações Geográficas apresentam ainda outro método de consultas, além dos dados (atributos), permitem a visualização em imagens temáticas, conhecidas como raster's, possibilitando ver as respostas de consultas alfanuméricas em mapeamentos, além de permitir a interatividade com os mapas, como obter informações inerentes às geometrias (*features*) como banco de dados vincado ou propriedades geométricas (área, profundidade, cota) com apenas um clique sobre as mesmas. O SIG também se mostrou eficiente nas questões de modelagens numéricas de terreno, proporcionando os mapeamentos de declividade, modelagens tri-dimensional de terrenos com grande precisão e qualidade excelente.

Após a implementação e homologação do Sistema de Informações Geográficas denominado SIGV0 e posterior aplicação utilizando dados disponíveis até 2004, observa-se que:

- O PM07, poço implantado para ser tomado como branco por não receber influência física da área do aterro, ao ser analisado apresentou valores de contaminação orgânica, microbiológica e por metais pesados. Como este poço não está na área de influencia do aterro, conclui-se que sofreu influencia de outra fonte poluidora, o que limita seu valor como referencia.
- Com relação aos parâmetros físicos:

- pH : o pH apresentou-se na faixa entre 5,7 e 6,9 nos poços de monitoramento com exceção do PM01 que apresentou resultados entre 7,6 e 7,8. Este valor superior aos demais poços de monitoramento, pode-se dar por este poço apesar de estar a montante da área do aterro se encontrar em cota inferior e em contato com a massa de resíduos o que favorece o contato entre o lençol freático e o chorume bruto.
- Condutividade: com ausência de referencial adotou-se 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como parâmetro de referência. Os poços que apresentaram valores de condutividade superiores a 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ foram os poços PM01, PM02, PM03, PM10, PM12 e nascente do córrego Piriquitos com variações de 458 a 10.490 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esses poços encontram-se dispostos de forma linear e no eixo do fundo de vale a jusante da área de aterro controlado. Exceto o PM01.
- Em relação aos agentes microbiológicos: Os maiores valores encontrados de coliformes fecais foram na nascente do córrego Piriquitos com valores entre 305 e 470 NPM. Já os PM02 e PM07 apresentaram valores de 52 e 2 NPM respectivamente, existe a possibilidade desta contaminação ter-se dado no momento da coleta e seria interessante a repetição dessa análise nos poços e, questão.
- Em relação à contaminação por poluentes orgânicos: os valores de DBO superiores a 3 mg/L foram detectados nos PM02, PM03, PM05, PM07 e nascente do córrego com variação entre 4 e 15 mg/L e no PM01 com variação entre 135 e 146 mg/L, este situado a montante do aterro porém com cota inferior a massa de resíduos. Com exceção do PM07 e PM01 os poços que apresentaram os valores acima do limite citado encontram-se dispostos no eixo do fundo de vale.
- Em relação aos micro-poluentes orgânicos: embora esse tipo de parâmetro apenas tenha sido analisado nos PM02, PM05, PM07 e nascente do córrego Piriquitos, o PM02 apresentou resultados de diclorobenzeno e DDT e o PM05 de acenafteno, diclorobenzeno e

naftaleno o que demonstra uma contaminação por esses parâmetros que merecem atenção e aprofundamento em investigações mais específicas.

- Contaminação por metais pesados:
- Chumbo: Os resultados de análises de chumbo com valores superiores aos orientadores para águas subterrâneas da CETESB foram detectados para os poços PM01, PM02, PM03, PM04, PM05, PM07, PM08. Os PM05 e PM03 apresentaram valores 11 e vezes superiores ao de intervenção respectivamente. É importante ressaltar que estes dois poços encontram-se próximos a base do talude da massa de resíduos e o PM03 próximo a antiga lagoa de acúmulo de chorume. Já o PM01 apresentou valores superiores a 1000 vezes o limite de intervenção. Este também se encontra localizado na base do talude. Para o solo não houve valor acima dos valores de intervenção mas aplicando os valores de alerta foram encontrados valores superiores nos SPT10 e SPT11 que são os furos de sondagens situados ao lado dos PM01 e PM02 respectivamente.
- Níquel : o elemento níquel foi detectado acima do valor de intervenção apenas no PM01, quase duas vezes superior. Já para o elemento solo, em todos os SPTs que foram realizadas as análises apresentaram valor de intervenção acima. Esse fato poderia estar vinculado a presença natural desse elemento no tipo de solo local.
- Cromo: O único poço a apresentar resultado das análises superior ao valor e intervenção foi novamente o PM01 o que demonstra que o contato quase que direto do chorume com este poço pode acarretar em deslocamento desses contaminantes para as áreas jusantes ao aterro sanitário. Já para o solo não detectou-se valores superiores ao de intervenção, porém utilizando-se os valores de alerta para todos os SPTs em todas suas profundidades foram detectadas, o que não descarta a presença de tal elemento no solo local também.

- Manganês: A análise do elemento manganês foi feita apenas para 3 poços e em uma única data, destes três poços analisados, dois apresentaram resultados superiores aos valores de intervenção o PM05 e PM07.

De modo geral pode se concluir que a ferramenta apresentou excelente performance no que tange a avaliação, cruzamento e respostas temáticas dos dados existentes no banco atual, sendo que o sistema possui suporte para continuar recebendo dados e será ampliado com a continuidade do monitoramento ambiental

Embora haja necessidade de aumentar o numero de coletas e análise, observa-se uma tendência de deslocamento da poluição devido a carga orgânica ao longo do eixo de deslocamento das águas sub-superficiais. Os dados de contaminação por micro poluentes orgânicos também evidencia necessidade de estudos mais detalhados na região do poço PM05, onde detectou-se maior contaminação por micropoluentes orgânicos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Amostragem de resíduos sólidos. NBR 10.004*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. *Lixiviação de resíduos. NBR 10.005*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. *Resíduos. NBR 10.006*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. *Classificação de resíduos sólidos. NBR 10.007*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

SENADO FEDERAL. Subsecretaria de Edições Técnicas. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **AGENDA 21**, 1996.

ARAÚJO, P.C.; RIEDEL, P.S.; BROLLO, M.J. VEDVELLO, R. Aplicação do método multicritério em sistemas de e informação geográfica na escolha de locais para a disposição de resíduos sólidos no município de Americana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 9., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE. p.30-42.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective**. Ottawa, Canada: WSL Publications, 1989.

BOOT, B.; MITCHELL, A. **Getting started with ArcGis**. New York – USA: Environmental Systems Research Institute, 2001

BROLLO, M.J. Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários. In: SIMPÓSIO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 5., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE

BURROUGH, P.A. Principles of geographical information system for land resources assessment. **Clarendon Press**. Oxford, England, 1986.

CÂMARA, G; MEDEIROS S. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., Salvador, 1996.

CELLIGOI, A. **Recursos hídricos subterrâneos de formação serra geral em Londrina – PR**. 1993. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CETESB - W. F. A. **Métodos geofísicos aplicados à investigação de contaminação subterrânea: estudo de casos**. Rio Claro, 1999.

CETESB. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo. In: DOROTHY C. P. et al. São Paulo, 2001.

_____. Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares. In: FERREIRA, A. L. et al. São Paulo, 2003.

COWEN, D. J. GIS versus DBMS: what are the differences?. **Photogrametric Engineering and Remote Sensing**, v, 54, n. 11, p. 1551-1555, nov. 1988.

EASTMAN, J. R. **Manual Idrisi**. Massachusetts: Graduate School of Geography, Clark University, 1993.

GALLAS, J. D. F. **Relatório sobre o levantamento geofísico de eletroresistividade executado no aterro controlado do Município de Londrina**. Londrina, 2003.

HALLOF, P. G. **On the interpretation of resistivity and induced polarization measurements**. 1957. Thesis (Ph. D) – MIT, Cambridge, 1957.

IBGE. **Atlas de saneamento**. IBGE, 2004.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílio: 1992 -1999**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IPARDES. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **AGENDA 21**. Curitiba: IPARDES, 2001.

JUCÁ, J. F. T. Destinação final dos resíduos sólidos no Brasil: situação atual e perspectivas RESID'99. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, São Paulo, **Anais....** São Paulo: ABGE, 1999. p.97-110.

KENNEDY, M.; KOOP, S. **Understanding map projections**. New York – USA, Environmental Systems Research Institute, 2000

BRASIL. Lei PR 12.493 de 22/II/1999. Dispõem sobre obrigações e responsabilidades na disposição de resíduos.

BRASIL. Lei Nº 6938/81. Lei da política nacional de meio ambiente. 1981

MCBEAN, E.A.; ROVERS, F.A.; FARQUHAR, G.J. Solid waste landfill engineering and design. **Prentice Hall, Inc.** p. 521, 1995.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Aurora, 2003

MOURA, A. C. M; Rocha, C. H. B. **Desmistificando os aplicativos MICROSTATION, guia prático para usuários de Geoprocessamento**. Petrópolis, 2001.

NADAL, C. A. **Cartografia aplicada ao sistema de informações**. Universidade Federal do Paraná, 2001.

ORTH, M. H. A.; MOTA, F.S. A situação dos aterros sanitários na Grande São Paulo. In: RESID'99 – SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE 1999. p.97-110.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 006 de 16 de junho de 1998. Dispões sobre criação de inventários para o controle de estoques e/ou destino final de resíduos industriais, agrotóxicos e PCB's.

SANCHEZ, L. E. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: Editora da USP, 2001.

SCHIANETZ B. **Passivos ambientais**: levantamento histórico, avaliação da periculosidade, ações de recuperação. Curitiba: SENAI, 1999.

SMITH, T. R.; MENON, S.; STAR, J. L.; ESTES, J. E. Requirements and principles for the Implementation and construction of large-scale geographical information systems. **International Journal of Geographical Information Systems**, 1997.

ZANTA, V. M ; FERREIRA C. F. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Florianópolis: PROSAB, 2003.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. 1987. Tese (Doutorado) – EESC/USP, São Carlos, 1987.

ANEXOS

Tabela 1 – Parâmetros analisados dentro da classificação física no elemento água

Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM01	10.08.04	7720
				14.11.04	10490
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM02	14.08.03	513
				10.08.04	958
				14.11.04	1113
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM03	10.08.04	1006
					717
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM04	10.08.04	0
				14.11.04	143,8
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM05	14.08.03	246
				10.08.04	397
				14.11.04	397
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM07	14.08.03	237
				10.08.04	51,7
				14.11.04	96,7
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM08	10.08.04	55,4
				14.11.04	117,3
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM10	10.08.04	286,4
				14.11.04	1503
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM11	10.08.04	35,1
					377
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	PM12	10.08.04	255
				14.11.04	970
AGUA	FISICO	CONDUTIVIDADE (µS/cm)	RIO	14.08.03	295
				10.08.04	114,5
				14.11.04	458
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM01	10.08.04	0
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM02	10.08.04	20
				14.11.04	5
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM03	10.08.04	10
				14.11.04	10
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM04	10.08.04	30
				14.11.04	70
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM05	10.08.04	80
				14.11.04	20
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM07	10.08.04	5
				14.11.04	5
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM08	10.08.04	30
				14.11.04	5
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM10	10.08.04	20
				14.11.04	5
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM11	10.08.04	40
				14.11.04	0
AGUA	FISICO	COR (u.c)	PM12	10.08.04	30
				14.11.04	10
AGUA	FISICO	COR (u.c)	RIO	10.08.04	60
				14.11.04	20
AGUA	FISICO	PH (UpH)	PM01	10.08.04	7,6
				14.11.04	7,8
AGUA	FISICO	PH (UpH)	PM02	14.08.03	6,83
				10.08.04	6,2
				14.11.04	6,57
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	FISICO	PH (UpH)	PM03	10.08.04	6,7
				14.11.04	6,64

ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM04	10.08.04	5,8
				14.11.04	6,09
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM05	14.08.03	6,4
				10.08.04	6,2
				14.11.04	6,24
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM07	14.08.03	6,92
				10.08.04	5,9
				14.11.04	6,12
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM08	10.08.04	6,5
				14.11.04	5,75
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM10	10.08.04	6
				14.11.04	6,09
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM11	10.08.04	5,7
				14.11.04	5,76
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	PM12	10.08.04	6,2
				14.11.04	6,49
ÁGUA	FISICO	PH (UpH)	RIO	14.08.03	7,34
				10.08.04	7,4
				14.11.04	7,3
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM01	10.08.04	48,7
				14.11.04	36,8
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM02	14.08.03	81,6
				10.08.04	214
				14.11.04	8,75
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM03	10.08.04	3,8
				14.11.04	20,8
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM04	10.08.04	371
				14.11.04	197
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM05	14.08.03	14,7
				10.08.04	261
				14.11.04	15,1
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM07	14.08.03	775
				10.08.04	2,4
				14.11.04	14,7
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM08	10.08.04	39,4
				14.11.04	2,75
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM10	10.08.04	5,78
				14.11.04	1,17
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM11	10.08.04	450
				14.11.04	5,15
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	PM12	10.08.04	14,9
				14.11.04	3,35
AGUA	FISICO	TURBIDEZ (N.T.U)	RIO	14.08.03	5,64
				10.08.04	10,5
				14.11.04	4,66

Tabela 2 – Parâmetros e elementos analisados dentro da classificação orgânica no elemento água

Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM01	10.08.04	135
				14.11.04	146
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM02	14.08.03	15
				10.08.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM03	14.11.04	4
				10.08.04	2
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM04	14.11.04	11
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM05	14.08.03	14
				10.08.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM07	14.11.04	0
				14.08.03	15
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM08	10.08.04	0
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM10	10.08.04	0
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM11	10.08.04	0
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	PM12	10.08.04	0
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.B.O. (mg O2/L)	RIO	14.08.03	11
				10.08.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM01	14.11.04	0
				10.08.04	1676,6
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM02	14.11.04	2293,2
				14.08.03	29
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM03	10.08.04	20
				14.11.04	51
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM04	10.08.04	60,6
				14.11.04	27,5
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM05	10.08.04	15,7
				14.11.04	4
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM07	14.08.03	21
				10.08.04	12,1
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM08	14.11.04	15,7
				14.08.03	20
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM10	10.08.04	15,7
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM11	10.08.04	23,5
				14.11.04	78,4
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	PM12	14.11.04	74,5
				10.08.04	43,1
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	RIO	14.11.04	23,5
				10.08.04	62,7
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	RIO	14.11.04	66,6
				14.08.03	16
AGUA	ORGÂNICO	D.Q.O. (mg O2/L)	RIO	10.08.04	31,3
				14.11.04	39,2
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM01	10.08.04	1,55
				14.11.04	1,78
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM02	10.08.04	0,05
				14.11.04	0,014

AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM03	10.08.04	0,03
				14.11.04	0,042
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM04	10.08.04	0,45
				14.11.04	0,05
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM05	10.08.04	0,22
				14.11.04	0,0099
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM07	10.08.04	0,3
				14.11.04	0,027
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM08	10.08.04	0,13
				14.11.04	0,014
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM10	10.08.04	0,04
				14.11.04	0,045
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM11	10.08.04	0,23
				14.11.04	0,026
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	PM12	10.08.04	0,04
			PM12	14.11.04	0,014
AGUA	ORGÂNICO	FOSFORO (µg/L)	RIO	10.08.04	0,05
				14.11.04	0,042
AGUA	ORGÂNICO	N ALBUMINOIDE (mg N/L)	PM02	14.08.03	0,38
AGUA	ORGÂNICO	N ALBUMINOIDE (mg N/L)	PM05	14.08.03	0,08
AGUA	ORGÂNICO	N ALBUMINOIDE (mg N/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	ORGÂNICO	N ALBUMINOIDE (mg N/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	ORGÂNICO	N AMONIACAL (mg N/L)	PM02	14.08.03	0,11
AGUA	ORGÂNICO	N AMONIACAL (mg N/L)	PM05	14.08.03	0,15
AGUA	ORGÂNICO	N AMONIACAL (mg N/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	ORGÂNICO	N AMONIACAL (mg N/L)	RIO	14.08.03	0,11
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM01	10.08.04	850
				14.11.04	975,2
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM02	10.08.04	8,96
				14.11.04	7,8
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM03	10.08.04	49,3
				14.11.04	16,8
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM04	14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM05	10.08.04	11,2
				14.11.04	7,8
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM07	10.08.04	5,17
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM08	10.08.04	5,17
				14.11.04	1,1
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM10	10.08.04	0
				14.11.04	1,1
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM11	10.08.04	5,17
				14.11.04	0
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	PM12	10.08.04	1,7
				14.11.04	3,4
AGUA	ORGÂNICO	N TOTAL (mg N/L)	RIO	10.08.04	6,9
				14.11.04	7,8
AGUA	ORGÂNICO	NITRATO (mg N/L)	PM02	14.08.03	5,5
AGUA	ORGÂNICO	NITRATO (mg N/L)	PM05	14.08.03	0,23
AGUA	ORGÂNICO	NITRATO (mg N/L)	RIO	14.08.03	0,85
AGUA	ORGÂNICO	OLEOS E GRAXAS (mg/L)	PM02	14.08.03	3
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	ORGÂNICO	OLEOS E GRAXAS (mg/L)	PM05	14.08.03	12
AGUA	ORGÂNICO	OLEOS E GRAXAS (mg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	ORGÂNICO	OLEOS E GRAXAS (mg/L)	RIO	14.08.03	3
AGUA	ORGÂNICO	POTASSIO (mg K/L)	PM02	14.08.03	5,45
AGUA	ORGÂNICO	POTASSIO (mg K/L)	PM05	14.08.03	3,13
AGUA	ORGÂNICO	POTASSIO (mg K/L)	PM07	14.08.03	3,2
AGUA	ORGÂNICO	POTASSIO (mg K/L)	RIO	14.08.03	2,74
AGUA	ORGÂNICO	SODIO (mg Na/L)	PM02	14.08.03	54,6

AGUA	ORGÂNICO	SODIO (mg Na/L)	PM05	14.08.03	10,3
AGUA	ORGÂNICO	SODIO (mg Na/L)	PM07	14.08.03	10,3
AGUA	ORGÂNICO	SODIO (mg Na/L)	RIO	14.08.03	14,1
AGUA	ORGÂNICO	TOC* (mg C/L)	PM02	14.08.03	14
AGUA	ORGÂNICO	TOC* (mg C/L)	PM05	14.08.03	3,5
AGUA	ORGÂNICO	TOC* (mg C/L)	PM07	14.08.03	2,2
AGUA	ORGÂNICO	TOC* (mg C/L)	RIO	14.08.03	6,7

Tabela 3 – Elementos analisados dentro da classificação micro-orgânica no elemento água

Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,1,1 TRICLOROETANO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,1,1 TRICLOROETANO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,1,1 TRICLOROETANO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,1,1 TRICLOROETANO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0,9
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM05	14.08.03	128
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROBENZENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROETANO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROETANO (µg/L)	PM05	14.08.03	7
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROETANO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,2 DICLOROETANO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM05	14.08.03	2
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,3 DICLOROBENZENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0,6
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	1,4 DICLOROBENZENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	2,4,6 TRICLOROFENOL (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	2,4,6 TRICLOROFENOL (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	2,4,6 TRICLOROFENOL (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	2,4,6 TRICLOROFENOL (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	4,4 DDT (µg/L)	PM02	14.08.03	0,04
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	4,4 DDT (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	4,4 DDT (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	4,4 DDT (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ACENAFTENO (µg/L)	PM05	15.11.04	7,2
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ACENAFTILENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ALDRIN (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ALDRIN (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ALDRIN (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ALDRIN (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ANTRACENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZO (A)ANTRACENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZO (A)PIRENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZO (B)FLUORANTENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZO (GHI)PIRILENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	BENZO (K)FLUORANTENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CLORETO DE VINILA (µg/L)	PM02	14.08.03	0

AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CLORETO DE VINILA (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CLORETO DE VINILA (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CLORETO DE VINILA (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CRISENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	CRISENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	DIBENZO (A,H)ANTRACENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	DIELDRIN (µg/L)	PM02	14.08.03	0
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	DIELDRIN (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	DIELDRIN (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	DIELDRIN (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ENDRIN (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ENDRIN (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ENDRIN (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ENDRIN (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ESTIRENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ESTIRENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ESTIRENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ESTIRENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	ESTIRENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FENANTRENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FENOL (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FENOL (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FENOL (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FENOL (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	FLUORENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	HEXACLOROBENZENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	HEXACLOROBENZENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	HEXACLOROBENZENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	HEXACLOROBENZENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	INDENO(1,2,3-CD)PIRENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	LINDANO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	LINDANO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	LINDANO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	LINDANO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	NAFTALENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	NAFTALENO (µg/L)	PM05	14.08.03	19
				15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	NAFTALENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	NAFTALENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	PENTAFLOROFENOL (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	PENTAFLOROFENOL (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	PENTAFLOROFENOL (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	PENTAFLOROFENOL (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	PIRENO (µg/L)	PM05	15.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TETRAFLOROETENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TETRAFLOROETENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TETRAFLOROETENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TETRAFLOROETENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TOLUENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TOLUENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TOLUENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TOLUENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TRICLOROETENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0
				14.11.04	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TRICLOROETENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TRICLOROETENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	TRICLOROETENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	MICR0-ORGÂNICO	XILENO (µg/L)	PM02	14.08.03	0

AGUA	MICRO-ORGÂNICO	XILENO (µg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	MICRO-ORGÂNICO	XILENO (µg/L)	PM07	14.08.03	0
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	MICRO-ORGÂNICO	XILENO (µg/L)	RIO	14.08.03	0

Tabela 4 – Parâmetros analisados dentro da classificação microbiológica no elemento água

Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM01	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM02	14.11.04	52
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM03	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM04	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM05	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM07	14.11.04	2
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM08	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM10	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM11	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	PM12	14.11.04	0
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES FECAIS (NPM)	RIO	10.08.04	305
				14.11.04	470
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM01	14.11.04	63
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM02	14.11.04	19863
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM03	14.11.04	24190
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM04	14.11.04	81,3
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM05	14.11.04	8,6
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM07	14.11.04	1119,9
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM08	14.11.04	8704
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM10	14.11.04	547,5
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM11	14.11.04	36540
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	PM12	14.11.04	1986,3
AGUA	MICROBIOLOGICO	COLIFORMES TOTAIS (NPM)	RIO	10.08.04	16740
				14.11.04	120330

Tabela x.x – Elementos analisados dentro da classificação química no elemento água

Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE A HCO3 (mg CaCO3/L)	PM02	14.08.03	115
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE A HCO3 (mg CaCO3/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE A HCO3 (mg CaCO3/L)	PM07	14.08.03	76
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE A HCO3 (mg CaCO3/L)	RIO	14.08.03	75
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM01	10.08.04	3581,2
				14.11.04	4689,05
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM02	10.08.04	353,3
				14.11.04	377,3
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM03	10.08.04	437,4
				14.11.04	291,06
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM04	10.08.04	57
				14.11.04	49,28
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM05	10.08.04	170,9
				14.11.04	146,3
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM07	10.08.04	43,1
				14.11.04	40,04

AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM08	10.08.04	46,2
				14.11.04	26,18
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM10	10.08.04	238,7
				14.11.04	296,05
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM11	10.08.04	29
				14.11.04	46,2
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	PM12	10.08.04	212,5
				14.11.04	238,75
AGUA	QUIMICO	ALCALINIDADE TOTAL (mg CaCO3/L)	RIO	10.08.04	95,5
				14.11.04	113,96
AGUA	QUIMICO	ALCALNIDADE A CO3 (mg CaCO3/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ALCALNIDADE A CO3 (mg CaCO3/L)	PM05	14.08.03	45
AGUA	QUIMICO	ALCALNIDADE A CO3 (mg CaCO3/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ALCALNIDADE A CO3 (mg CaCO3/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ANTIMONIO (mg Sb/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ANTIMONIO (mg Sb/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ANTIMONIO (mg Sb/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ANTIMONIO (mg Sb/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ARSENIO (mg As/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ARSENIO (mg As/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ARSENIO (mg As/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	ARSENIO (mg As/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	BARIO (mg Ba/L)	PM02	14.08.03	1,08
AGUA	QUIMICO	BARIO (mg Ba/L)	PM05	14.08.03	0,51
AGUA	QUIMICO	BARIO (mg Ba/L)	PM07	14.08.03	0,49
AGUA	QUIMICO	BARIO (mg Ba/L)	RIO	14.08.03	0,49
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM01	15.11.04	0,005
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM02	14.08.03	0
				15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM03	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM04	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM05	14.08.03	0
				15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM07	14.08.03	0
				15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM08	15.11.04	0
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM10	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM11	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	PM12	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CADMIO (mg Cd/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	CALCIO (mg Ca/L)	PM02	14.08.03	94,2
AGUA	QUIMICO	CALCIO (mg Ca/L)	PM05	14.08.03	56,6
AGUA	QUIMICO	CALCIO (mg Ca/L)	PM07	14.08.03	66,4
AGUA	QUIMICO	CALCIO (mg Ca/L)	RIO	14.08.03	55,2
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM01	15.11.04	1,008
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM02	14.08.03	0
				15.11.04	0,001
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM03	15.11.04	0,026
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM04	15.11.04	0,011
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM05	14.08.03	0,19
				15.11.04	0,119
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM07	14.08.03	0,13
				15.11.04	0,011
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM08	15.11.04	0,02
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM10	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM11	15.11.04	0,001
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	PM12	15.11.04	0,001
AGUA	QUIMICO	CHUMBO (mg Pb/L)	RIO	14.08.03	0

AGUA	QUIMICO	CLORETO (mg Cl/L)	PM02	14.08.03	103
AGUA	QUIMICO	CLORETO (mg Cl/L)	PM05	14.08.03	31
AGUA	QUIMICO	CLORETO (mg Cl/L)	PM07	14.08.03	2,5
AGUA	QUIMICO	CLORETO (mg Cl/L)	RIO	14.08.03	62
AGUA	QUIMICO	COBALTO (mg Co/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	COBALTO (mg Co/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	COBALTO (mg Co/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	COBALTO (mg Co/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM01	15.11.04	0,361
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM02	14.08.03	0,023
				15.11.04	0,008
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM03	15.11.04	0,02
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM04	15.11.04	0,015
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM05	14.08.03	0,061
				15.11.04	0,035
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM07	14.08.03	0,212
				15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM08	15.11.04	0,001
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM10	14.11.04	0
				15.11.04	0,011
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM11	15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	PM12	15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	COBRE (mg Cu/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM01	15.11.04	0,661
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM02	15.11.04	0,009
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM03	15.11.04	0,021
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM04	15.11.04	0,011
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM05	14.08.03	0
				15.11.04	0,018
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM07	14.08.03	0
				15.11.04	0,011
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM08	15.11.04	0,009
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM10	15.11.04	0,016
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM11	15.11.04	0,005
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	PM12	15.11.04	0,005
AGUA	QUIMICO	CROMO (mg Cr/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	DIOXIDO DE CARBONO (mg CO2/L)	PM02	14.08.03	479
AGUA	QUIMICO	DIOXIDO DE CARBONO (mg CO2/L)	PM05	14.08.03	9
AGUA	QUIMICO	DIOXIDO DE CARBONO (mg CO2/L)	PM07	14.08.03	152
AGUA	QUIMICO	DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	PM02	14.08.03	360
AGUA	QUIMICO	DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	PM05	14.08.03	2000
AGUA	QUIMICO	DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	PM07	14.08.03	200
AGUA	QUIMICO	DUREZA TOTAL (mg CaCO3/L)	RIO	14.08.03	199
AGUA	QUIMICO	FERRO (mg Fe/L)	PM02	14.08.03	3,51
AGUA	QUIMICO	FERRO (mg Fe/L)	PM05	14.08.03	6,35
AGUA	QUIMICO	FERRO (mg Fe/L)	PM07	14.08.03	37,1
AGUA	QUIMICO	FERRO (mg Fe/L)	RIO	14.08.03	0,399
AGUA	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)	PM02	14.08.03	0,083
AGUA	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)	PM05	14.08.03	1,29
AGUA	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)	PM07	14.08.03	0,295
AGUA	QUIMICO	MANGANES (mg Mn/L)	RIO	14.08.03	0,105
AGUA	QUIMICO	MERCURIO (mg Hg/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MERCURIO (mg Hg/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MERCURIO (mg Hg/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MERCURIO (mg Hg/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MOLIBDENIO (mg Mo/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MOLIBDENIO (mg Mo/L)	PM05	14.08.03	0

AGUA	QUIMICO	MOLIBDENIO (mg Mo/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	MOLIBDENIO (mg Mo/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM01	15.11.04	0,09
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM02	14.08.03	0
				15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM03	15.11.04	0,013
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM04	15.11.04	0,002
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM05	14.08.03	0
				15.11.04	0,002
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM07	14.08.03	0,024
				15.11.04	0,002
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM08	15.11.04	0
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM10	15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM11	15.11.04	0,001
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	PM12	15.11.04	0,008
AGUA	QUIMICO	NIQUEL (mg Ni/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	SELENIO (mg Se/L)	PM02	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	SELENIO (mg Se/L)	PM05	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	SELENIO (mg Se/L)	PM07	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	SELENIO (mg Se/L)	RIO	14.08.03	0
AGUA	QUIMICO	SILICA SOLUVEL (mg SiO ₂ /L)	PM02	14.08.03	20,4
AGUA	QUIMICO	SILICA SOLUVEL (mg SiO ₂ /L)	PM05	14.08.03	10,8
AGUA	QUIMICO	SILICA SOLUVEL (mg SiO ₂ /L)	PM07	14.08.03	22,5
AGUA	QUIMICO	SILICA SOLUVEL (mg SiO ₂ /L)	RIO	14.08.03	20
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM01	15.11.04	0,135
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM02	14.08.03	0,118
				15.11.04	0,004
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM03	15.11.04	0,09
Material:	Classif.:	Elemento:	Local:	Data:	Análise:
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM04	15.11.04	0,009
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM05	14.08.03	0,128
				15.11.04	0,022
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM07	14.08.03	0,083
				15.11.04	0,025
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM08	15.11.04	0,004
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM10	15.11.04	0,018
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM11	15.11.04	0,008
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	PM12	15.11.04	0,003
AGUA	QUIMICO	ZINCO (mg Zn/L)	RIO	14.08.03	0,036

Para o material solo foram coletadas amostras à varias profundidades e foram analisadas em dois segmentos, as amostras dos furos de sondagem (SPT) que foram coletadas de metro em metro através e trado que foram coletadas nas profundidades entre 0 e 2 metros nas seguintes profundidades: (00,00 - 00,10m) ;(00,10 - 00,20) ; (00,20 - 00,40) ; (00,40 - 00,60) ; (00,60 - 01,00) ; (01,00 - 01,50) e (01,50 - 02,00). A Tabela abaixo apresenta as profundidades em que foram coletadas as amostras de solo .

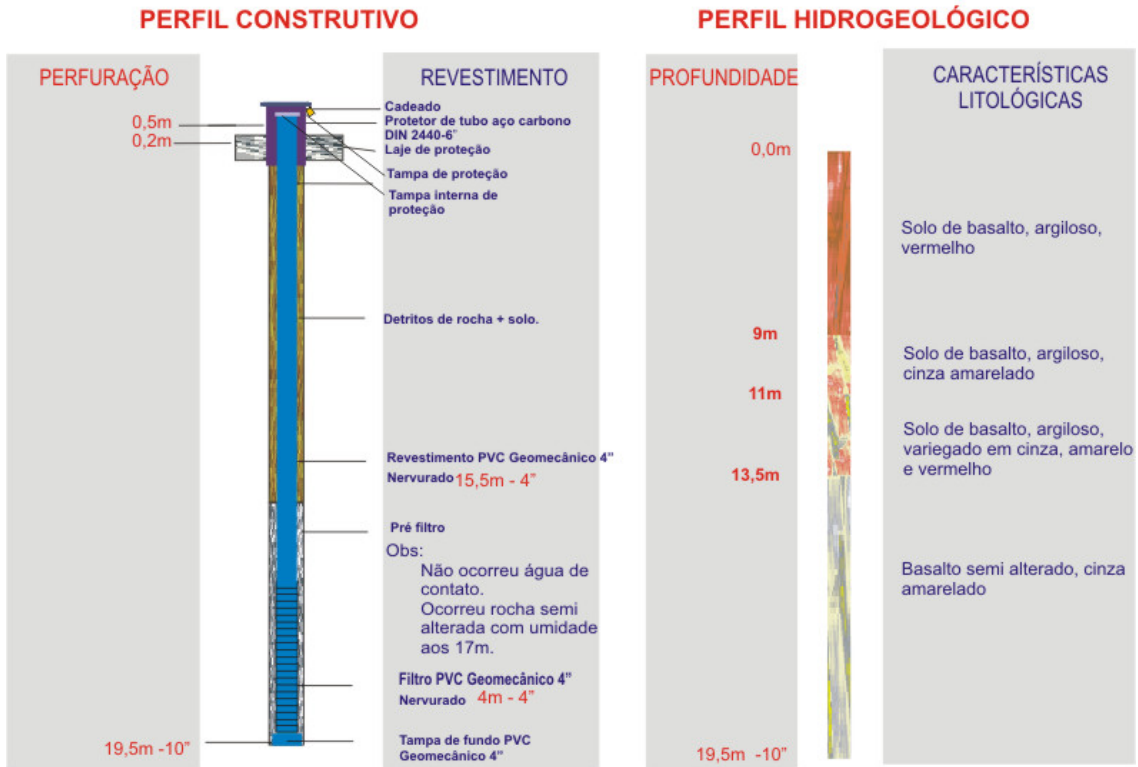
Local:	SPT (Prof.)	Trado (Prof.)
SPT01	00,00 a 21,00	00,00 a 02,00
SPT02	00,00 a 12,00	00,00 a 02,00
SPT03	00,00 a 04,00	00,00 a 01,50
SPT04	00,00 a 15,00	00,00 a 02,00
SPT05	00,00 a 13,00	00,00 a 02,00
SPT06	00,00 a 11,00	00,00 a 02,00
SPT07	00,00 a 18,00	00,00 a 02,00
SPT08	00,00 a 16,00	00,00 a 02,00
SPT09	00,00 a 10,00	00,00 a 02,00
SPT10	00,00 a 10,00	01,50 a 02,00
SPT11	00,00 a 14,00	01,50 a 02,00

Os parâmetros analisados para o elemento solo são apresentados na tabela abaixo, nota-se que a bateria de análises foi feita apenas para a data de 26/09/03 e apenas para os furos de sondagens SPT2, SPT3, SPT4, SPT5, SPT10 e SPT11.

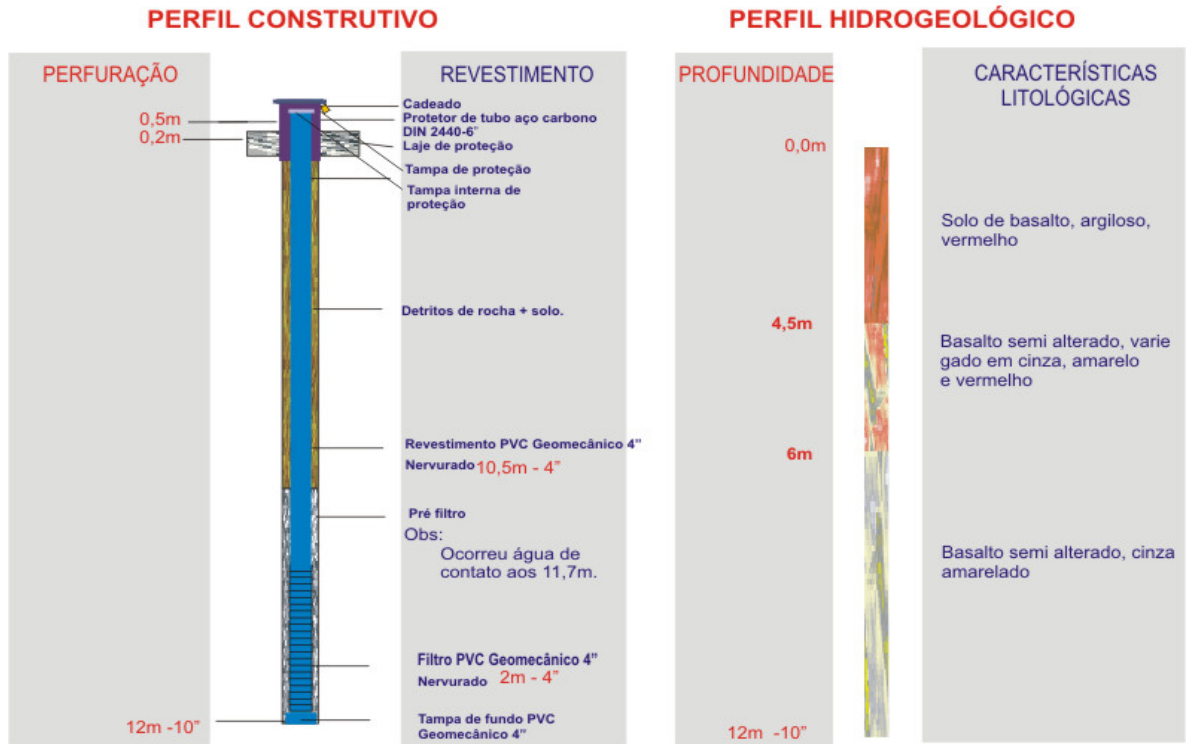
Material:	Classif.:	Elemento:	Data:
SOLO	QUIMICO	ALUMINIO (%)	26.09.03
		ANTIMONIO (ppm)	26.09.03
		ARSENIO (ppm)	26.09.03
		BARIO (ppm)	26.09.03
		BERILIO (ppm)	26.09.03
		BISMUTO (ppm)	26.09.03
		BORO (ppm)	26.09.03
		CADMIO (ppm)	26.09.03
		CALCIO (%)	26.09.03
		CHUMBO (ppm)	26.09.03
		COBALTO (ppm)	26.09.03
		COBRE (ppm)	26.09.03
		CROMO (ppm)	26.09.03
		CTC (meq/100g)	26.09.03
		ESCANDIO (ppm)	26.09.03
		ESTANHO (ppm)	26.09.03
		ESTRONCIO (ppm)	26.09.03
		FERRO (%)	26.09.03
		FOSFORO (%)	26.09.03
		ITRIO (ppm)	26.09.03
		LANTANIO (ppm)	26.09.03
		LITIO (ppm)	26.09.03
		MAGNESIO (%)	26.09.03
		MANGANES (%)	26.09.03
		MERCURIO (ppb)	26.09.03
		MOLIBDENIO (ppm)	26.09.03
		NIQUEL (ppm)	26.09.03
		POTASSIO (%)	26.09.03
		PRATA (ppm)	26.09.03
		SODIO (%)	26.09.03
		TITANIO (%)	26.09.03
TUNGSTENIO (ppm)	26.09.03		
VANADIO (ppm)	26.09.03		
ZINCO (ppm)	26.09.03		
ZIRCONIO (ppm)	26.09.03		
ORGÂNICO	MATÉRIA ORGANICA	26.09.03	

Perfil construtivo dos poços de monitoramento.

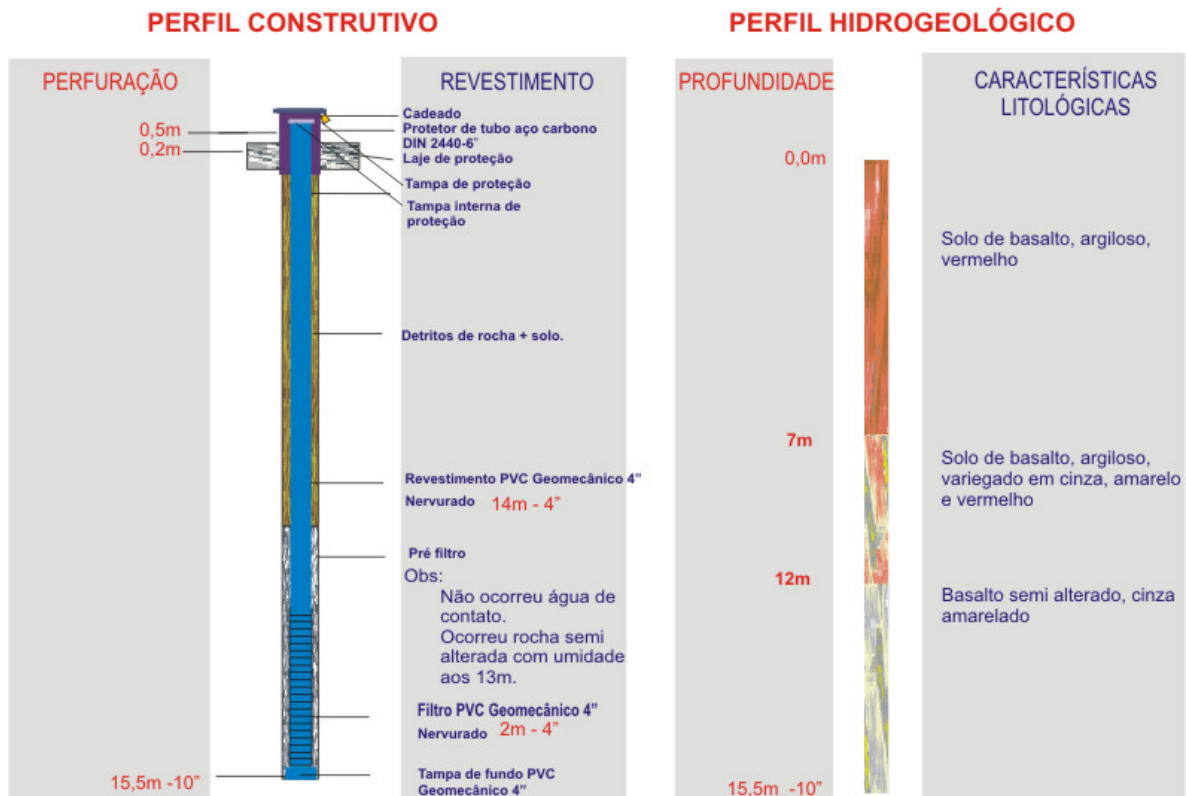
**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 04**



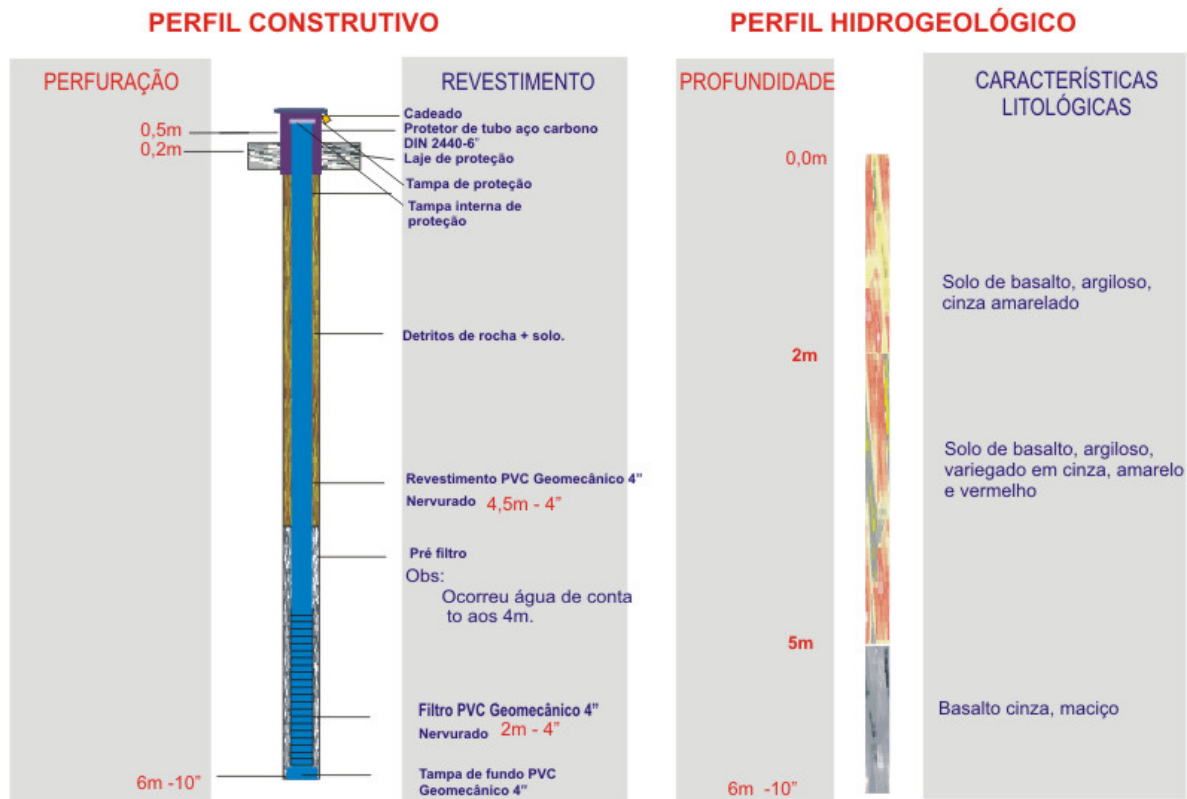
**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 05**



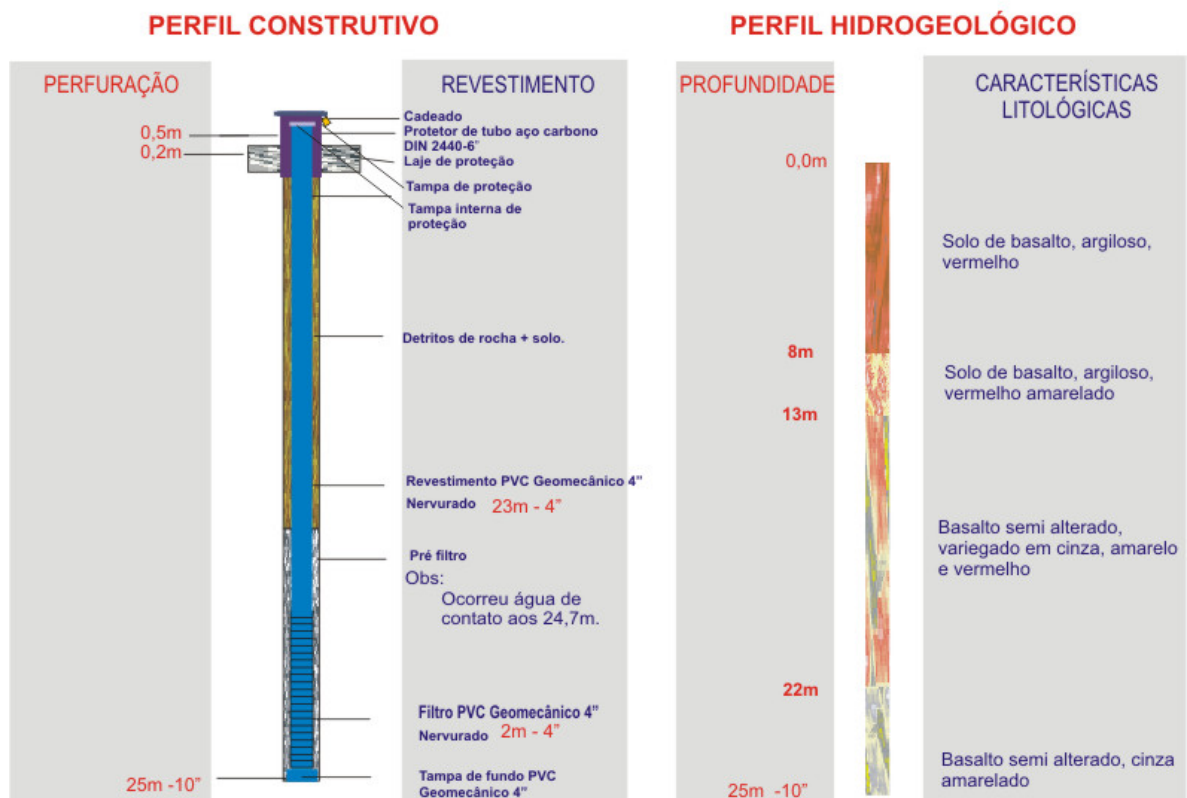
**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 06**



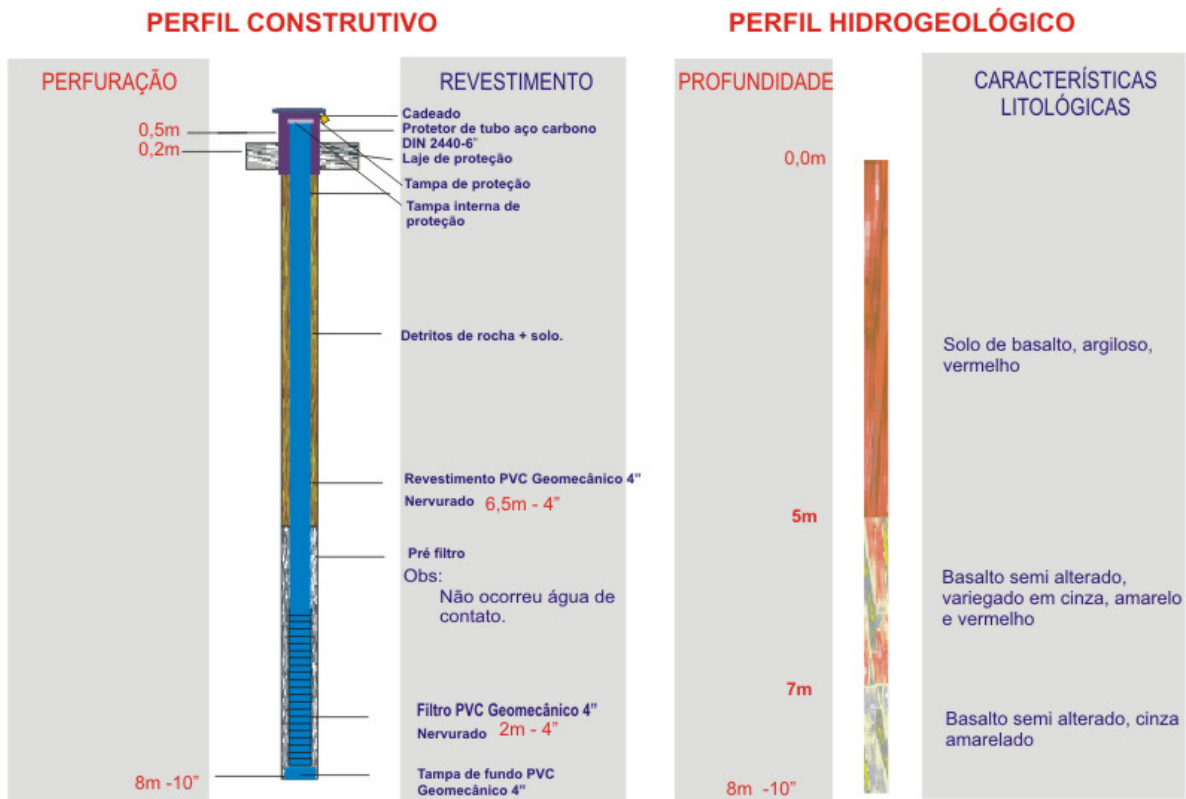
Aterro Sanitário de Londrina. PM 07



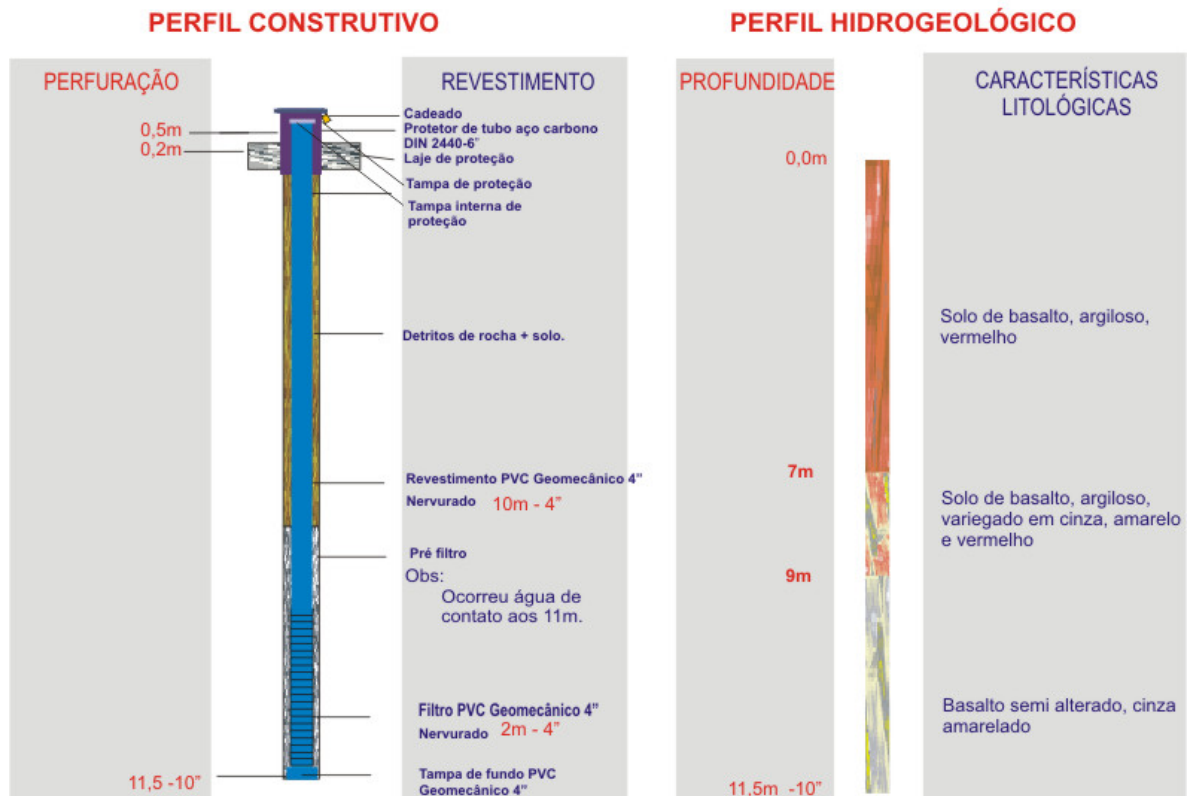
Aterro Sanitário de Londrina. PM 08



**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 09**

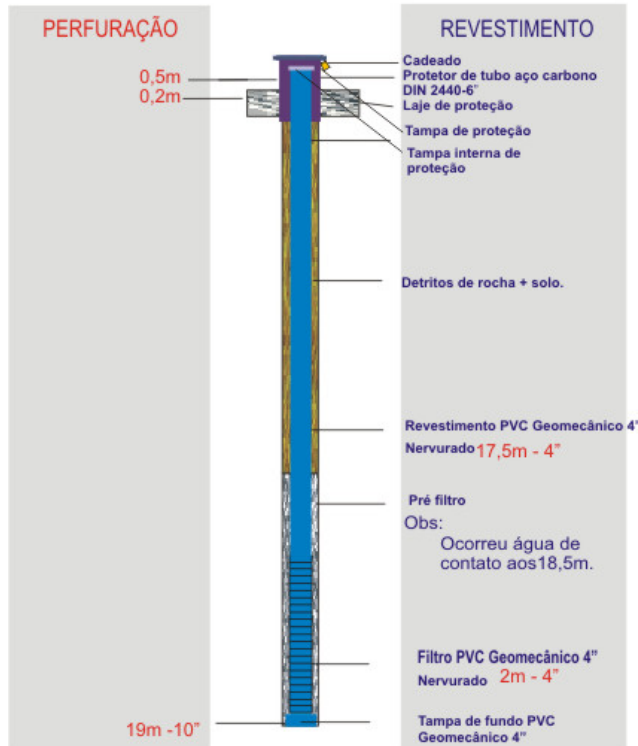


**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 10**

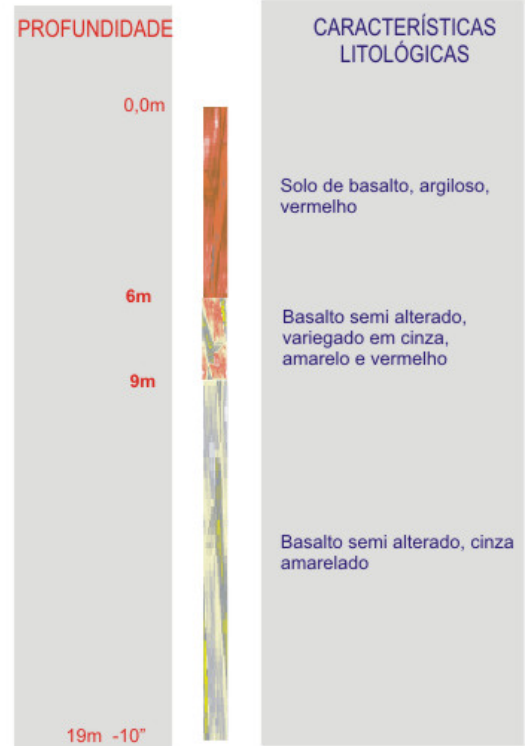


**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 11**

PERFIL CONSTRUTIVO

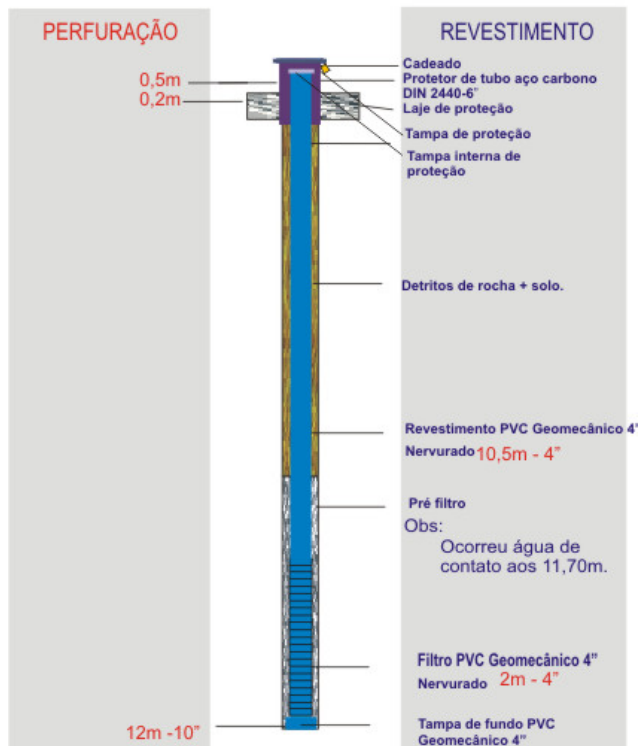


PERFIL HIDROGEOLÓGICO



**Aterro Sanitário de Londrina.
PM 12**

PERFIL CONSTRUTIVO



PERFIL HIDROGEOLÓGICO

