

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS GEOFÍSICOS PARA A
VIABILIZAÇÃO DE ÁREA PARA DISPOSIÇÃO DE
RESÍDUOS CLASSE III, MUNICÍPIO DE ATIBAIA, SP.**

Daniel Canal Mendes

Orientador: Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas

Co-orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004/04)**

TF
M538
DC.a

SÃO PAULO
2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Aplicação de métodos geofísicos para a viabilização
de área para disposição de resíduos classe III.
Município de Atibaia, SP**

Daniel Canal Mendes

Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas _____

Prof. Dr. Fábio Taioli _____

Prof. Dr. Marcelo Monteiro da Rocha _____

São Paulo
2004

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900016361

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS GEOFÍSICOS PARA A
VIABILIZAÇÃO DE ÁREA PARA DISPOSIÇÃO
DE RESÍDUOS CLASSE III, MUNICÍPIO
DE ATIBAIA, SP.**

Daniel Canal Mendes



**Orientador: Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas
Co-orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco**

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2004/04)**

**SÃO PAULO
2004**

"O sonho sem uma ação, é simplesmente um sonho. A ação, desprovida de um sonho, não leva a lugar algum... Mas o sonho aliado a uma ação, poderá mudar o mundo."

Fred Polak

DOAÇÃO

IIGC-USP

Data: 27/06/105

Dedico este a minha amada avó Guiomar (*in memoriam*) e ao meu tio-avô Eldiomar (*in memoriam*), que além de me amar incondicionalmente, me ensinaram o que foi possível para me tornar uma pessoa de verdade, e por isso fazem mais do que parte dessa minha conquista.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me colocado nesse maravilhoso mundo, e, além disso, tenha me dado força e coragem para lutar por tudo aquilo que acho certo, seguindo minhas próprias convicções;

Especialmente a minha querida avó Guiomar, que não está mais entre a gente, mas que nesse momento me vê com muito orgulho e felicidade;

Meus pais, meu irmão, tio Eldiomar (*in memoriam*) e outros familiares, que me apoiaram nos bons e maus momentos, da melhor maneira que lhes foi possível;

Ao meu orientador, ou melhor, amigo Gallas, tanto pela orientação e tudo mais que isso envolveu, e como pelo carinho de sua amizade;

À Ana Carla, Bruno Lenhare, Carine Bernardes, Fabiana Soares, Jorge Watanabe, Kleber Cavaça, Linda Marçal, Lívia Gonçalves, Otávio Gandolfo, Rosamaria Segá, Silviane Sanches e Weder Portugal, especialmente, por seu companheirismo, lealdade, confiança, carinho e respeito;

Aos professores do IGc, em especial ao Alberto Pacheco, Johann Hans Daniel Schorscher e ao Marcelo Monteiro Rocha, pelas conversas profissionais, trabalhos, momentos de descontração, e força nos momentos difíceis;

A todos os funcionários do IGc-USP por todos esses anos de ótimo convívio, mas especialmente as Sras. Marilda e Ivoneide da Seção de Graduação pela paciência e carinho dedicado a mim, ao Fernando Saraiva e Paulinho do CEPAS, ao Zé Carlos e Wagner pela sempre colaboração técnica, e aos motoristas sem exceção;

Aos amigos da graduação e pós-graduação de todos os anos em que estive aqui na escola, mais os de todas as escolas de Geologia do Brasil, em especial ao pessoal da UNESP e da UFMG, pois podemos trocar experiências, vivendo momentos dos mais gratificantes e inesquecíveis;

A todos aqueles que não coloquei o nome aqui, porque seria uma lista imensa, mas que sabem que tem uma parcela nessa realização.

ÍNDICE

<u>1 RESUMO</u>	<u>3</u>
<u>2 ABSTRACT</u>	<u>4</u>
<u>3 INTRODUÇÃO</u>	<u>5</u>
3.1 LOCALIZAÇÃO	5
<u>4 METAS E OBJETIVOS</u>	<u>7</u>
<u>5 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	<u>8</u>
5.1 GEOLOGIA DA ÁREA	10
<u>6 MATERIAIS E MÉTODOS</u>	<u>13</u>
6.1 MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO	13
6.1.1 SONDAÇÃO ELÉTRICA VERTICAL – ARRANJO SCHLUMBERGER	14
6.1.2 CAMINHAMENTO ELÉTRICO – ARRANJO DIPOLÓ-DIPOLÓ	15
6.1.3 POTENCIAL ESPONTÂNEO (SP) – TÉCNICA DOS PONTOS	17
<u>7 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO</u>	<u>18</u>
<u>8 RESULTADOS OBTIDOS</u>	<u>19</u>
<u>9 INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS</u>	<u>20</u>
<u>10 CONCLUSÕES</u>	<u>22</u>
<u>11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>23</u>
<u>12 ANEXOS</u>	

ANEXO 1 – RESOLUÇÃO CONAMA Nº.307 E RESOLUÇÃO SMA Nº.41

ANEXO 2 – DADOS DE CAMPO

ANEXO 3 – PERFIS DOS CAMINHAMENTOS ELÉTRICOS

ANEXO 4 – MAPAS DE SUPERFÍCIES DE RESISTIVIDADE

ANEXO 5 – MAPA DE POTENCIAL ESPONTÂNEO

ANEXO 6 – CURVA DE RESISTIVIDADE DAS SEV's

ANEXO 7 – MAPA DA SUPERFÍCIE ROCHOSA DA ÁREA

1 RESUMO

Devido à necessidade de caracterização de uma área para implantação de aterro de resíduos classe III – Inertes (ABNT – NBR 10.004) no Município de Atibaia, Estado de São Paulo, viabilizou-se o presente trabalho de formatura.

Desta forma, foi feita uma parceria entre o orgão municipal de Águas e Esgoto – SAAE (Saneamento Ambiental de Atibaia), e o Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), representado pelo Centro de Estudos e Pesquisas de Águas Subterrâneas (CEPAS). Assim, procurou-se com o uso de métodos indiretos, identificar uma série de parâmetros que possam balizar a definição de metas para a futura instalação.

A preocupação dessa região advém não só dela própria, mas também de regiões localizadas nas proximidades, uma vez que estão presentes ali, a maior parte dos reservatórios do Sistema Cantareira, que abastecem mais da metade da população da Região Metropolitana de São Paulo. Além disso, estão presentes rios que fazem parte de bacias importantes do interior do Estado, como p. ex. o rio Atibaia, que abastece a região de Campinas e adjacências.

Para o estudo em questão foram utilizados os métodos elétricos, eletrorresistividade e potencial espontâneo. O primeiro procurando analisar o substrato verticalmente e horizontalmente, podendo assim identificar a presença ou ausência de fraturamentos e também indicando pontualmente a profundidade da rocha sã. O segundo procurando analisar o comportamento do aquífero freático e suas direções preferenciais de fluxo.

Esse trabalho visou, além de definir a viabilidade da área para os objetivos estudados, o desenvolvimento do aluno no referido tema, quanto à aplicação dos métodos em um caso real.

2 ABSTRACT

Due to necessity of characterization of an area for implantation of landfill class III - Inert (ABNT - NBR 10,004) in the City of Atibaia, State of São Paulo, the senior thesis was made possible.

Thus, a partnership was made between the municipal organ of Waters and Sewer – SAAE (Environmental Sanitation of Atibaia), and the Institute of Geosciences of the University of São Paulo (USP), represented for the Center of Studies and Groundwater Research (CEPAS). Thus, the use of indirect methods, to identify a series of parameters that can mark out the definition of goals for the future installation.

The concern of this region not only comes of itself, but of regions also located in the neighborhoods, once that are present there, most of the reservoirs of the Cantareira System, that supply the majority the half of the population of the Metropolitan Region of São Paulo. Moreover, there are rivers that are part of important basins of the interior of the State, for example the river Atibaia, that supplies the region of Campinas and adjacencies.

For the present study the electric methods had been used, eletrorresistivity and spontaneous potential. The former analyzes the substratum vertically and horizontally, thus being able to also identify to the presence or absence of fractures and indicating promptly the depth of the fresh rock. As looking for to analyze the behavior of the phreatic zone and its preferential directions of flow.

This work aimed at, besides defining the viability of the area for the studied objectives, the development of the student in the application of the methods in a real case.

3 INTRODUÇÃO

Os métodos geofísicos já são utilizados em vários países do mundo na área ambiental há alguns anos. No Brasil esse uso tem caráter mais recente e tem crescido muito nesses últimos anos. Vale lembrar que os mesmos foram desenvolvidos para serem utilizados, principalmente, para aplicações na pesquisa de bens minerais.

Diversos são os usos dos métodos de investigação geofísica no mundo na área ambiental. Dentre eles se destacam principalmente levantamentos para a instalação de depósitos de resíduos sólidos e empreendimentos de caráter industrial, bem como a verificação de possíveis áreas contaminadas.

Hoje em dia, no Brasil, para a instalação de empreendimentos que possam vir a gerar problemas ao meio ambiente, a legislação vigente exige uma série de especificações a serem cumpridas, e dentre elas, duas são muito importantes: o EIA e o RIMA, que são, respectivamente, o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente.

No âmbito estadual de São Paulo, é dada à CETESB, o encargo de licenciamento e fiscalização de tais empreendimentos.

Os resíduos que serão depositados no aterro a ser criado têm poucas implicações quanto à contaminação, pois são caracterizados como inertes, ou seja, não geram a formação de chorume, por não conterem materiais orgânicos na sua composição. E, ainda, segundo a NBR 10.004, que assume a Portaria nº 36 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA nº 20 (*Minutas in Santos, 2003*), os materiais que não apresentarem os seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade poderão ser classificados como esse gênero.

3.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Atibaia, com uma população de aproximadamente 100 mil habitantes, encontra-se no norte do Estado de São Paulo (Figura 1) e faz limite com a RMSP na sua parte sul (Mairiporã, Francisco Morato e Franco da Rocha), com Jarinu e Campo Limpo Paulista ao oeste, e com a chamada Região Entre Serras e Águas, com Nazaré Paulista, Bom Jesus dos Perdões e Piracaia a leste e Bragança Paulista a norte, sendo que essa região se completa com os municípios de Pedra Bela, Vargem, Tuiuti e Pinhalzinho.

Essa região é importante principalmente para a RMSP porque detém grande parte dos reservatórios que compõem o Sistema Cantareira, que abastece mais da metade população da capital do estado, sendo que os problemas relacionados com a inadequada

disposição de resíduos sólidos vêm agravando a situação futura de abastecimento de milhões de pessoas.

Os melhores acessos as Rodovias BR-381 (Rodovia Federal Fernão Dias) e a SP-065 (Rodovia Estadual Dom Pedro I), como pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

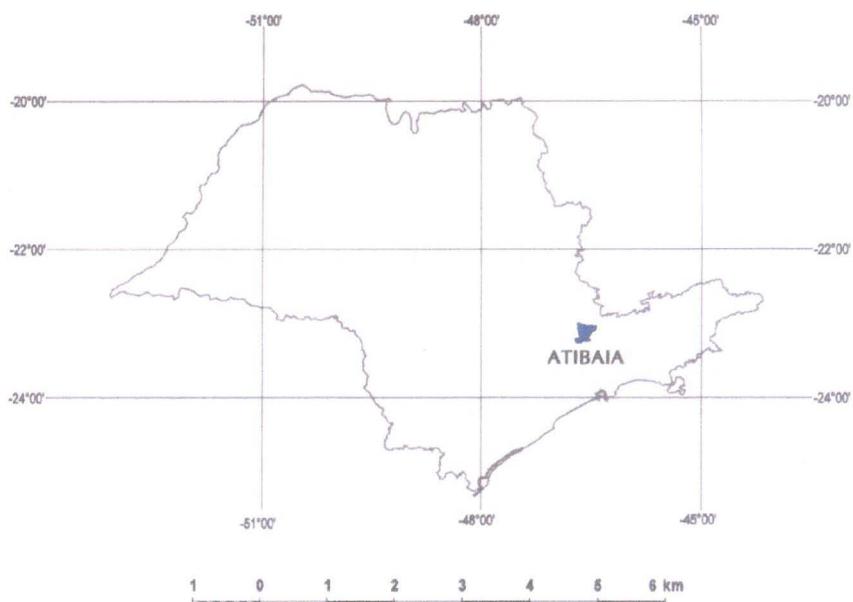


Figura 1. Mapa de Localização do Município de Atibaia no Estado

Fonte: Wanderlei Sergio da Silva – Tese Mestrado – Geografia/USP (2000)



Figura 2. Mapa de Localização das Principais Vias de Acesso e da Área de Estudo

Fonte: Mapa Rodoviário Brasil - GUIA QUATRO RODAS, 2002.

4 METAS E OBJETIVOS

O trabalho em questão vem municiar as ações do Departamento de Águas e Esgoto do Município de Atibaia – SAAE, que gerencia a disposição de resíduos sólidos, para a instalação de um aterro de resíduos sólidos inertes. Após a identificação de uma área, são feitos diversos estudos, entre os quais pode estar a geofísica, estudo indireto do meio físico subterrâneo.

O licenciamento ambiental será realizado pela agência ambiental competente do estado, no caso de São Paulo, a CETESB, que exerce a função de órgão fiscalizador pela Resolução SMA nº 41 (que se baseia na NBR 10.004 e na Resolução CONAMA nº 307), para regulamentação.

As duas resoluções citadas no texto encontram-se no Anexo 1.

Após a etapa de licenciamento, dever-se-á usar a norma ABNT – NBR 13.896 de 1997 (Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação – procedimento) para instalar o depósito de resíduos sólidos requerido, e também para operá-lo.

Santos (2003), no seu trabalho de formatura estudou o processo de licenciamento, e apresenta ao invés da NBR 13.896, duas minutas de norma, que são:

1. Apresentação de Projetos de Aterros de Resíduos da Construção Civil e de Resíduos Inertes (09/10/2002);
2. Aterros de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Critério para projeto, implantação e operação (09/10/2002).

Tais minutas não são normas ainda oficializadas, mas estão em tal processo, sendo que são baseadas principalmente pela NBR 10.004 e pela Resolução CONAMA nº 307. Enfocam alguns aspectos mais específicos relacionados ao que se procede para a deposição nos tais aterros, o mais importante é que não é qualquer tipo de resíduo da construção civil que pode ser depositado, segundo as minutas, mas apenas os resíduos Classe A da CONAMA 307 e os resíduos Classe III da NBR 10.004.

Ainda sim, no que tange ao licenciamento, segundo tais minutas, são necessários estudos referentes à caracterização física do meio, dos quais podemos citar a geologia, geotecnica, uso do solo e águas. Além disso, sua operação deverá seguir uma série de medidas para se comprometer o menos possível o meio ambiente, pois apesar de ser um aterro com baixa periculosidade, ainda sim demanda cuidados, dentre eles, os principais são a recuperação e reciclagem de materiais, o monitoramento de águas superficiais e subterrâneas, e o monitoramento geotécnico.

5 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Os métodos geofísicos de investigação foram empregados inicialmente e, ainda são usados, na área de prospecção mineral. No entanto, nesta área de aplicação, o uso tem sido fortemente reduzido nos últimos anos (Gallas, 2000). Por outro lado, nas últimas 3 décadas acabaram se inserindo de maneira importante em estudos de Geologia de Engenharia, Hidrogeologia e Geologia Ambiental.

Dependendo do objetivo para qual a investigação geofísica se destina, procura-se uma determinada propriedade física do meio investigado. Aplicações na área de prospecção buscam, p. ex., bons condutores, mais ou menos densos, mais ou menos magnéticos etc. Na geologia de engenharia existem diversas aplicações, sendo as mais importantes direcionadas à instalação e manutenção de empreendimentos, como em barragens, por exemplo, podendo-se evitar catástrofes durante ou depois de sua construção. Em hidrogeologia, prospectando água subterrânea em aquíferos sedimentares ou aquíferos fraturados (rochas cristalinas) ou estudos de caracterização do aquífero livre, determinando o nível freático e as direções preferenciais de fluxo.

Em se tratando de geologia ambiental, que é o caso de estudo desse projeto, existem duas principais possibilidades do emprego dos métodos geofísicos. A primeira delas é o uso em situações de remediação, como por exemplo, o mapeamento de uma pluma de contaminação.

A segunda possibilidade é seu uso de forma preventiva, que é onde se enquadra este Trabalho de Formatura. Através do conhecimento das propriedades físicas da área de implantação do aterro e estabelecendo as correlações geológicas e hidrogeológicas, é possível que se estabeleçam de forma adequada as medidas preventivas necessárias.

Diversos são os resultados e os casos nos quais os Métodos Geofísicos são aplicados em Geologia Ambiental. Em Gallas (2000) tem-se um exemplo didático da aplicação nessa área, que foi realizado no Município de São Bernardo, no denominado Lixão do Alvarenga, que além de explicar sobre os métodos que serão utilizados nesse trabalho, eletrorresistividade, potencial espontâneo (SP) e polarização induzida (IP), buscou fornecer subsídios a um estudo mais amplo na área. Tal estudo buscou delimitar a pluma de contaminação e quais as direções preferenciais de fluxo d'água local, para ao fim poder balizar sobre qual era o real impacto na região circunvizinha.

Gallas (2000) cita muitos trabalhos usando métodos geoelétricos na área de depósitos de resíduos sólidos, como o de Franco & Pires (1995) de aterro em Brasília empregando Sondagens Elétricas Verticais (SEVs), e Rigoti et.al. (1997) no lixão da Lamenha Pequena, divisa dos municípios de Curitiba e Almirante Tamandaré no Estado do

Paraná usando além das SEVs, o caminhamento elétrico, ambos buscando identificar a pluma de contaminação referente, e o segundo mais a definição dos limites laterais.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, segundo Gallas (2000), realizou diversos levantamentos geofísicos, utilizando métodos eletrorresistivos, IP e SP, buscando determinar as direções preferenciais de fluxos freáticos, as zonas contaminadas e Elis (1998), fez uma estimativa das áreas contaminadas em lixões/aterros sanitários no interior de São Paulo e Minas Gerais para sua tese de doutorado.

Santos Filho (2001), usando eletrorresistividade e os métodos eletromagnéticos indutivos, tinha o seu objetivo similar ao exemplo citado acima, qual seja, o de identificar através de contrastes nas propriedades físicas dos materiais os aspectos já mencionados.

Existem muitos casos interessantes que podem ser citados nessa área de contaminação, principalmente porque alguns tipos de resíduos nem sempre têm sido estudados. Por isso, vem ao caso salientar que o processo decorrente da decomposição de resíduos sólidos orgânicos é semelhante ao da decomposição de corpos sepultados. Migliorini (1994), para definir de maneira mais eficaz a localização de instalação de poços de monitoramento da pluma de contaminação gerada pelo necrochorume no Cemitério Vila Formosa, usou os métodos de eletrorresistividade (SEV) e eletromagnéticos (caminhamentos eletromagnéticos). Fundamentalmente buscava usar a eletrorresistividade para caracterizar a profundidade do nível d'água e espessura do pacote sedimentar e a eletromagnetometria para identificar a pluma de contaminação e assim fazer o posicionamento dos poços de monitoramento.

Ainda em trabalhos executados em cemitérios, buscando identificar a contaminação de aquíferos por necrochorume, Carvalho Jr. & Costa e Silva (1997) no cemitério São José, em Belém/PA, empregaram os métodos da eletrorresistividade e SP, respectivamente, na determinação do topo e base dos aquíferos e suas direções preferências de fluxo.

Gallas (2000), citando sobre as utilizações dos métodos geoelétricos, faz consideração do uso para casos de cunha salina, áreas de carstificação, identificação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos, compostos inorgânicos de diversas naturezas.

No pólo petroquímico de Camaçari, na Bahia, Lima & Porsani (1994, *apud* Gallas, 2000), buscando determinar correlações que poderiam ser atribuídas a contaminações nele existentes, através de Sondagens Elétricas Verticais, estudaram a distribuição da resistividade aparente em diferentes profundidades de investigação, sendo que os resultados apresentaram anomalias de baixa resistividade, que foram caracterizadas como salinizações por processos naturais e outras a processos de contaminação do empreendimento.

Nos últimos anos, o pequeno Município de Timburi, no oeste paulista, graças a uma visão política de manejo dos seus recursos naturais e de uma conscientização quanto aos

problemas relacionados à inadequada disposição de resíduos sólidos, vem buscando alternativas para a desativação do lixão e a viabilização de uma área para a instalação de um aterro sanitário. Essa iniciativa culminou com dois trabalhos de formatura, Cruz (2003), usou eletrorresistividade e potencial espontâneo, buscando identificar respectivamente, a estruturação do substrato e as direções preferenciais do fluxo freático; e Vieira (2004) que também usou métodos geoelétricos e buscava avaliar a uma área quanto as suas condições geológicas para a instalação do aterro sanitário, ambos como é o caso do presente estudo.

No caso da escolha de áreas, como é o caso dos trabalhos citados acima, Cruz (2003) e Vieira (2004), Reynolds & Taylor, 1996 (*apud* Gallas, 2000) já explicitavam a determinação da espessura do pacote argiloso que teria a função de uma barreira natural na construção do aterro, no sentido de tornar o menos danosa possível a disposição dos materiais.

Na parte de licenciamento ambiental, instalação e funcionamento, pode-se citar o trabalho de formatura de Santos (2003), de cunho teórico, analisando minutas, normas e resoluções, visando definir medidas para readequação ao licenciamento ambiental do aterro de inertes do Município de Cotia.

No Resid'99 (De Baptista, 1999) citou a operação do Aterro de Itatinga, e uma consideração geral desses resíduos na RMSP. Sua maior preocupação está relacionada com os depósitos clandestinos e com o controle geotécnico, durante seu funcionamento.

5.1 GEOLOGIA DA ÁREA

A geologia do Município de Atibaia, com bases em informações obtidas em IPT 1981a (*apud* Silva, 2000), comprehende rochas antigas, do período Pré-Cambriano até mais recentes, do Terciário ao Quaternário, pode ser observado sucintamente na Figura 3.

As formações geológicas antigas, que correspondem ao período Pré-Cambriano podem ser divididas em quatro conjuntos principais:

- Suítes Graníticas Indiferenciadas (PSEOY), que no município é representada pelo Maciço de Socorro, é constituída por alguns maciços de natureza polidiapírica, com as diversas fases intrusivas exibindo relações bastante complexas entre si e íntimas associações dos diversos tipos petrográficos e texturais, tendo variação na composição, geralmente, de diorítica a granítica, sendo granitos róseos e brancos, de granulação fina;

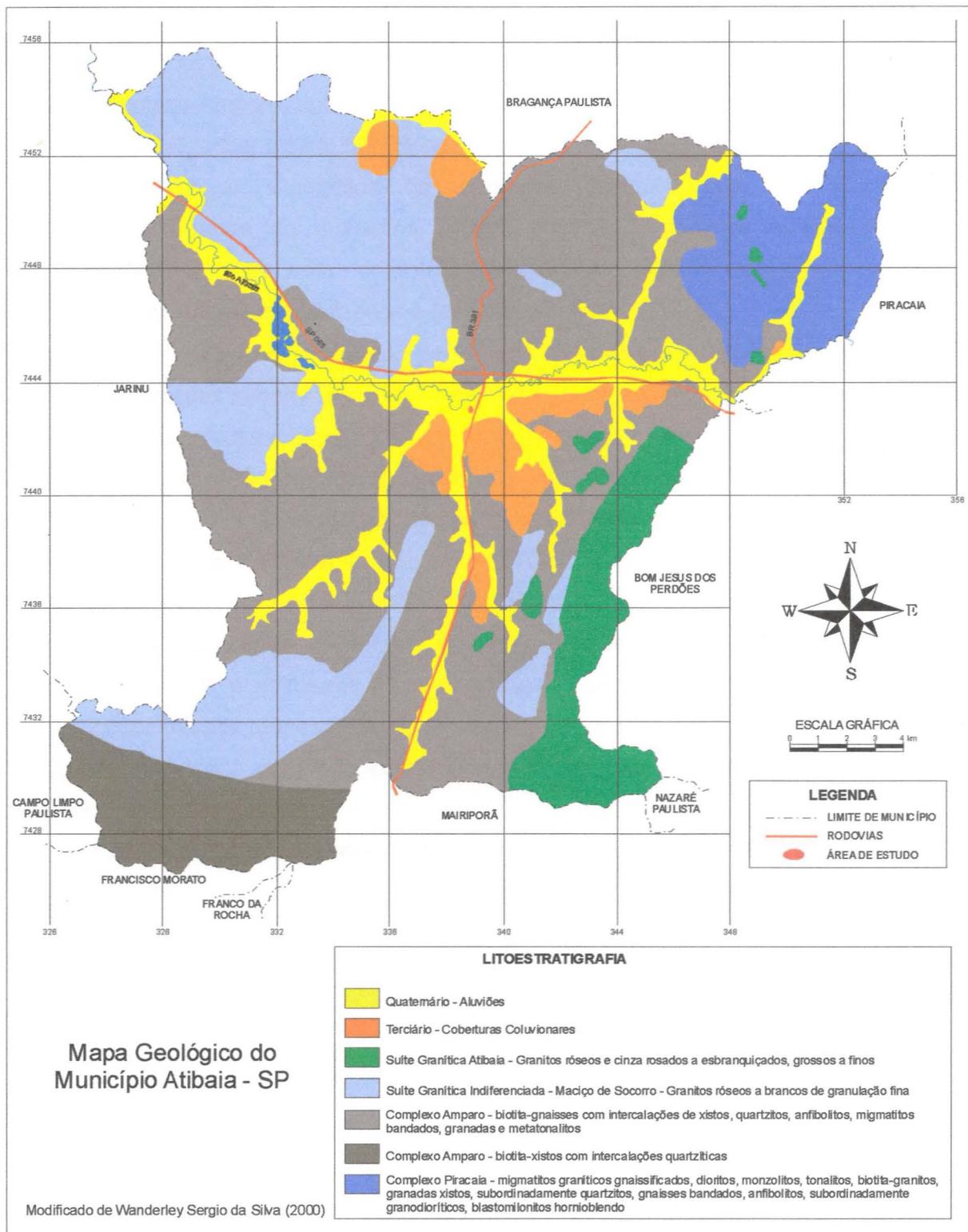


Figura 3. Mapa Geológico do Município de Atibaia – Modificado de Silva, 2000.

- **Suites Graníticas Sintectônicas - Fácies Cantareira (PSYC), ou Suíte Granítica Atibaia para o município,** corresponde à maior parte do magmatismo granítóide do embasamento paulista, tanto em relação ao número de corpos quanto à expressão em área, apresentando-se bastante afetados por grandes falhas transcorrentes, com feições de contato tanto transicional quanto parcialmente discordante e

compõem granitos róseos e cinza e cinza rosados a esbranquiçados, de granulometria geralmente gradando de grossa a fina;

- Complexo Amparo, subdividido em dois corpos, um com charnoquitos e enderbitos individualizados, biotita, hornblenda e granada com grau variável de migmatização, associados a migmatitos de estruturas diversas, com intercalações não individualizadas de quartzitos, xistos, anfibolitos, gonditos e metaultrabasitos (PlaGM) e outro com “corpos de biotita-xistos com intercalações quartzíticas frequentemente migmatizadas e feldspatizadas (PlaX)”;
- Complexo Piracaia, composto por corpos de gnaisses e migmatitos diversos com intercalações subordinadas de xistos feldspáticos, quartzitos, mármores dolomíticos e rochas calcossilicáticas.

Depois do Pré-Cambriano apresentam-se sobrepostas outras formações mais recentes relacionadas ao Município. No período Terciário, ocorrem aluviões pré-atuais e depósitos correlatos à Formação São Paulo (TQis), dispostos em manchas isoladas ao longo da drenagem principal do Rio Atibaia. As litologias desses depósitos incluem folhelhos, argilitos, siltitos e arenitos com intercalações de cascalho, em geral, com litificação incipiente e estruturas plano-paralelas de estratificação cruzada. Atingem, em geral, poucos metros de espessura, e seu desenvolvimento é controlado por soleiras litológicas. Sua idade geológica corresponde ao Plioceno, podendo ocorrer sedimentos mais recentes.

Por último aparecem materiais do Quaternário na região em depósitos aluviais (Qa) que aparecem geralmente a montante de soleiras litológicas, e são compostos, predominantemente, por corpos arenosos dispostos ao longo das principais drenagens.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foi executado um levantamento bibliográfico do tema de estudo, sua classificação e legislação vigente e sobre os métodos geofísicos a serem empregados no mesmo.

Concomitantemente a essa etapa foi executada a campanha de aquisição dos dados de campo (Anexo 2), que após organizados, foram utilizados na confecção de perfis, mapas e modelos para as devidas e possíveis interpretações, que culminariam na última etapa, a conclusão do trabalho.

6.1 MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO

Foram empregados na área dois métodos geofísicos: eletrorresistividade e potencial espontâneo.

A eletrorresistividade que utiliza a resistividade elétrica como propriedade física, busca identificar os materiais de subsuperfície, sendo que expressa a maior ou menor facilidade com que a corrente flui pelo material, dependente da natureza e estado físico do corpo considerado. Com base nesse princípio, o método consiste em enviar através do solo uma corrente elétrica e medir a diferença de potencial provocada por esta entre dois pontos da superfície, Figura 4.

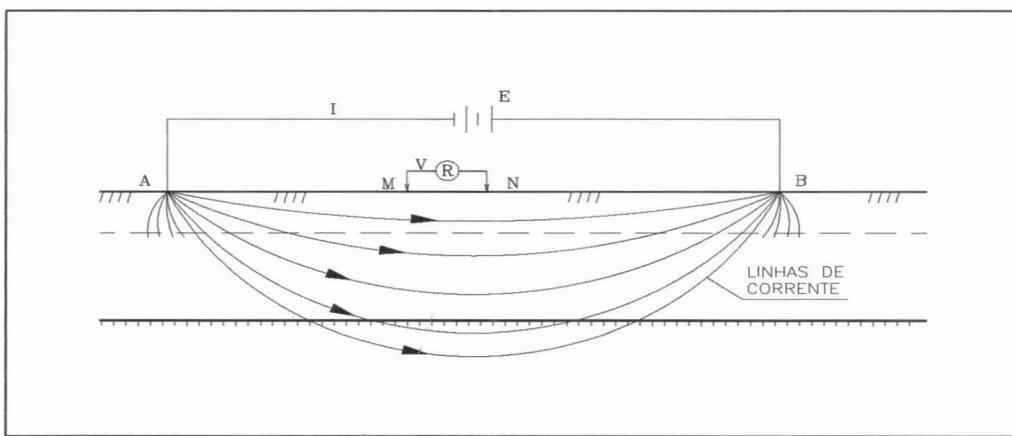


Figura 4. Princípio do método da eletrorresistividade.

Os arranjos usados constituem-se de um quadripolo de eletrodos, que será cravado no solo segundo o método executado (Sondagem Elétrica Vertical ou Caminhamento Elétrico) e sua disposição correspondente, pois existe mais de um arranjo para um determinado método. Dos eletrodos usados, dois são para emissão de corrente e os outros

dois para medida de potencial, AB e MN respectivamente.

Executado o ensaio se obtém a resistividade aparente dos diferentes tipos de litologias (Tabela 1) encontradas no subsolo percorrido pela corrente elétrica no instante da medida.

Tabela 1. Exemplo de valores de resistividade elétrica de algumas rochas e litologias

Rocha / litologia	ρ ($\Omega \cdot m$)
Diabásio	$20 - 5 \cdot 10^7$
Basalto	$10 - 1,3 \cdot 10^7$
Xisto	$20 - 10^4$
Gnaisse (seco)	$3 \cdot 10^6$
Quartzito	$10 - 2 \cdot 10^8$
Argilas consolidadas	$20 - 2 \cdot 10^3$
Argilas inconsolidadas úmidas	20
Conglomerados	$2 \cdot 10^3 - 10^4$
Arenitos	$1 - 6,4 \cdot 10^8$
Calcários	$50 - 10^7$

A resistividade é obtida pela equação:

$$\rho_a = K \times \frac{\Delta V}{I}$$

Onde:

ρ_a = resistividade aparente

ΔV = diferença de potencial entre M e N

I = intensidade de corrente elétrica

K = fator geométrico que é calculado em função das distâncias entre A, B, M e N.

6.1.1 Sondagem Elétrica Vertical – Arranjo Schlumberger

Procura-se nesse arranjo investigar as heterogeneidades verticais das resistividades, definindo-se assim as profundidades pontuais das camadas e do topo rochoso em cada uma das sondagens (Figura 5).

O arranjo é constituído de dois eletrodos para a transmissão de corrente, denominados A e B e dois eletrodos de potencial, denominados M e N para a leitura das medidas, alinhados sobre um mesmo perfil de levantamento, devendo ser mantida a relação $AB/MN \geq 5$.

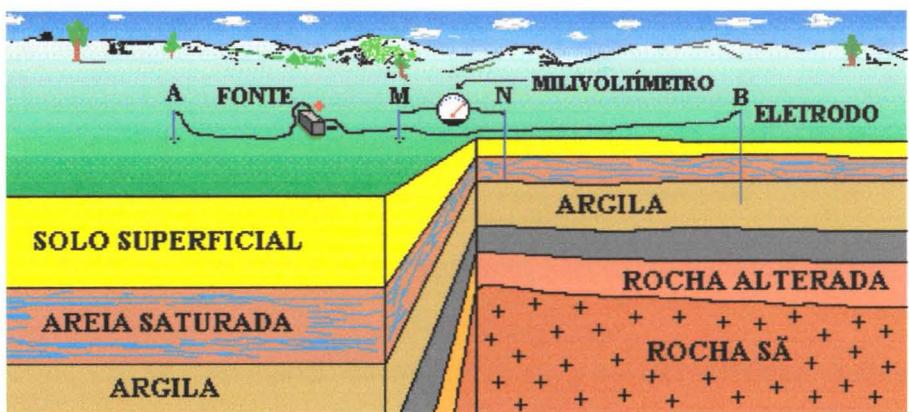


Figura 5. Exemplo de aplicação de uma Sondagem Elétrica Vertical.

À medida que se expande a abertura entre os eletrodos de corrente AB, aumenta-se a profundidade de investigação, que se situa entre 1/2 a 1/10 de AB, dependendo das litologias subjacentes e suas respectivas resistividades. O ponto O do arranjo é o ponto médio entre M e N, ponto de plotagem das medidas, sendo os resultados apresentados em forma de curvas de resistividade, em gráficos bi-logarítmicos.

A disposição desse arranjo pode ser observada na Figura 6.

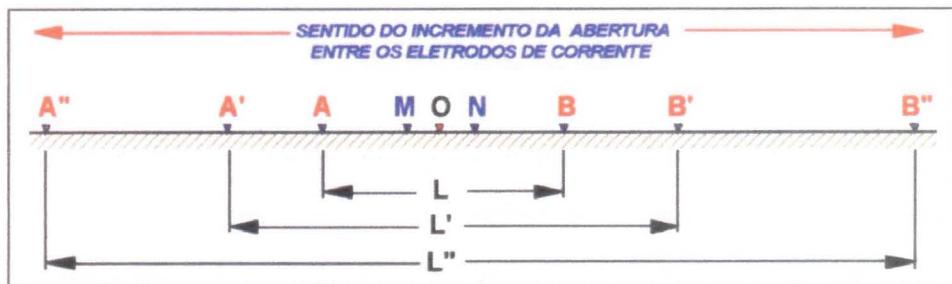


Figura 6. Arranjo para Sondagem Elétrica Vertical (original de Gallas, 2000).

6.1.2 Caminhamento Elétrico – Arranjo Dipolo-Dipolo

Procura-se por esse arranjo investigar as heterogeneidades laterais das resistividades, definindo-se assim a presença ou ausência de fraturas e como as camadas de solo e a rocha se dispõem no perfil de estudo.

Esse arranjo também é constituído de quatro eletrodos, como no caso anteriormente citado, dois para emissão de corrente e dois de potencial para recepção do sinal, respectivamente A e B e M e N. Esses eletrodos são dispostos nas linhas a serem estudadas, posicionados como pode ser observado na Figura 7.

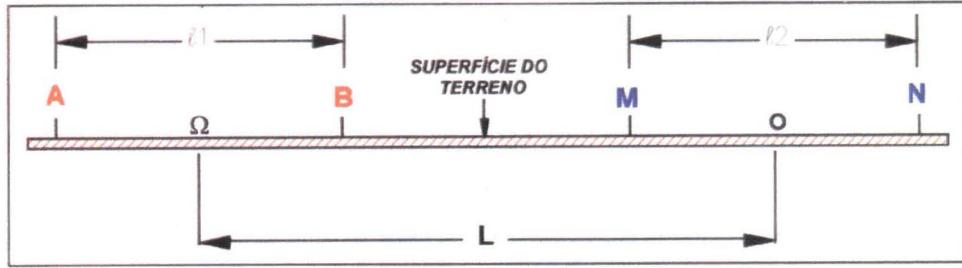


Figura 7. Arranjo Inicial para o Caminhamento Elétrico (original de Gallas, 2000).

Conforme vão se deslocando os eletrodos, para se efetuarem as medidas, o arranjo tende a ficar cada vez mais separado, como pode ser visualizado na Figura 8, aumentando a profundidade investigada.

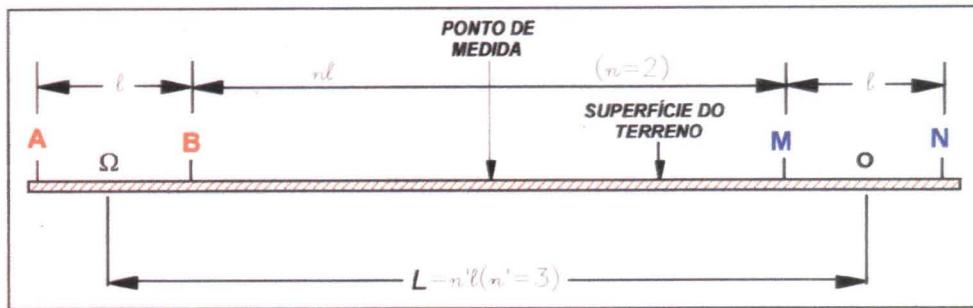


Figura 8. Arranjo com deslocamento para o Caminhamento Elétrico (original de Gallas, 2000).

A profundidade de investigação é definida a partir dos parâmetros que a necessidade do projeto busca e das condições geológicas da área a ser investigada. Sabendo-se que na área de estudo o aquífero freático e a rocha são se encontram relativamente rasos, definiu-se que a abertura de eletrodos mais apropriada seria de 25 metros.

Por ser um arranjo simétrico, a medida que é obtida refere-se ao centro do mesmo, sendo plotadas num perfil em um ângulo de 45º relativo ao centro de cada conjunto de eletrodos (emissão e medida). A partir daí, podem ser traçadas as curvas de isovalores por interpolação, criando-se assim as chamadas **pseudo-seções**. (Hallop, 1957, apud Gallas, 2000). Segundo a característica citada para as pseudo-seções criadas a partir dos dados e com o conjunto total de 8 eletrodos no arranjo, sendo 2 relacionados a emissão e 6 relacionados a medida dos valores, pode-se chegar até a profundidade aparente de 75 metros, conforme pode ser observado nos perfis de resistividade aparente confeccionados no trabalho.

6.1.3 Potencial Espontâneo (SP) – Técnica dos Potências

O método mede as diferenças naturais de potencial existentes em uma área. Mesmo com a ausência total de qualquer campo elétrico criado artificialmente, é possível medir uma diferença de potencial entre dois eletrodos introduzidos no terreno. No estudo em questão busca-se por essa técnica identificar os movimentos de águas em subsuperfície, ou seja, as direções dos fluxos do aquífero freático.

A Técnica dos Potenciais, conhecida também como Técnica da Base Fixa, onde um dos eletrodos permanece fixo (estação base), enquanto o outro percorre os pontos de medida na malha do levantamento. Os eletrodos usados consistem de um metal mergulhado em uma solução saturada de um sal do próprio metal. Neste caso, cobre em sulfato de cobre ($CuSO_4$). Além desses eletrodos foram usados um milivoltímetro e fios que ligam o mesmo aos eletrodos.

Os cabos de conexão entre os eletrodos de medidas e o instrumento devem apresentar um bom isolamento de modo a não permitir que ocorram entradas e ruídos elétricos espúrios durante os levantamentos (Gallas, 2000).

A disposição desse arranjo pode ser observada na Figura 9.

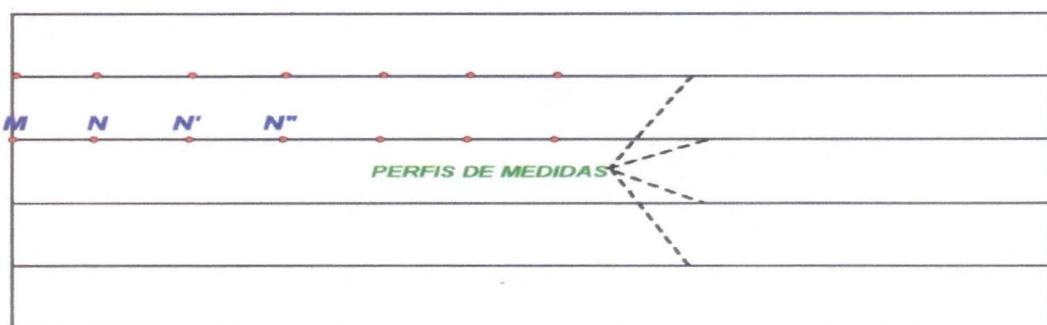


Figura 9. Potencial Espontâneo – Técnica dos Potenciais (original de Gallas, 2000).

7 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O trabalho de formatura em questão foi desenvolvido graças a um convênio existente entre o Instituto de Geociências da USP e o SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) do município de Atibaia. Essa autarquia cedeu pessoal, emprestou equipamentos, custeou a alimentação, materiais e o combustível do veículo que foi cedido pelo aluno participante.

A Universidade, apoiada neste trabalho pelo CEPAS (Centro de Estudo e Pesquisa de Águas Subterrâneas) do Instituto de Geociências da USP, teve um papel muito importante, pois cedeu os equipamentos utilizados, para o aluno, além desse poder contar com o importante auxílio de um técnico habilitado para executar os ensaios de campo.

O cronograma referente aos trabalhos foi o seguinte:

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Atividades											
Fundamentação Bibliográfica											
Reconhecimento da Área											
Operação dos Equipamentos											
Levantamentos de Campo											
Elaboração do Projeto Inicial											
Interpretações											
Elaboração do Relatório de Progresso											
Elaboração da Monografia											

Deixa-se claro que os trabalhos executados até o mês de julho do referido ano seguiram o andamento normal, exceto no que se trata do uso da biblioteca, devido ao momento de greve por que passou a Universidade.

Nas etapas de campo, para aquisição dos dados que começaram efetivamente entre o final do ano passado (dezembro/2003) e o começo do presente ano (janeiro/2004), após alguns ensaios de campo, o clima chuvoso impediu que todos os dados fossem adquiridos de maneira mais sistemática, sendo obtidos paulatinamente durante o período, em conformidade com a melhora climática.

Após essa etapa, a partir dos dados obtidos foram confeccionados uma série de perfis, mapas e modelos 2D, com o intuito de visualizar a área de maneira a poder chegar as conclusões devidas.

8 RESULTADOS OBTIDOS

Os dados depois que foram adquiridos durante a fase de campo, devem ser compilados e interpretados.

Após essa compilação, geram-se os perfis e mapas, entre outras representações gráficas necessárias; sendo que, cada método apresentará a sua própria resposta, e o conjunto de informações será o resultado desse trabalho, uma caracterização positiva ou negativa para a instalação do referido aterro.

Os resultados das SEVs foram usados para definir o topo rochoso da área estudada, com o apoio dos caminhamentos elétricos que serviram para observar o comportamento do substrato e a presença ou não de falhamentos. Por último, apresentam-se os resultados do Potencial Espontâneo (SP), que indicam as direções de fluxo do aquífero freático da área.

Para se editar os perfis e mapas usou-se o software Surfer 8, que serviu para a elaboração das pseudo-seções de resistividade, mapas dos níveis de resistividade, mapa de fluxo da área e o mapa do topo rochoso. Foram usados outros dois programas, o primeiro, conhecido como Schlumberger, foi usado para definir pontualmente em cada SEV a profundidade do topo rochoso, com apoio das pseudo-seções. Os valores de profundidade da rocha foram usados na construção do mapa do topo rochoso. O segundo programa, RES2DINV, usou-se para modelar os dados de resistividade aparente e gerar seções modeladas dos mesmos.

9 INTERPRETAÇÕES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos nos ensaios de campo foram confeccionados perfis, que serão apresentados nesse capítulo, juntamente com as interpretações obtidas para cada caso.

Foram realizados 4 perfis de caminhamento elétrico e os resultados das pseudo-seções de resistividade e de seu perfil modelado correspondente estão sendo apresentados no Anexo 3.

As pseudo-seções são representações visuais do comportamento das resistividades em subsuperfície, mas as formas dos contornos não dependem exclusivamente das distribuições de resistividades medidas, mas também da geometria da configuração de eletrodos empregada. Nesse caso entra o modelo de inversão que, em tese, conduz para uma aproximação razoável de modelos para as diversas estruturas geológicas. As seções modeladas são resultantes de um processo automático de inversão 2D (bi-dimensional) que buscam estabelecer um modelo da provável distribuição real dos valores de resistividade em subsuperfície, eliminando por esse processo as eventuais distorções nas pseudo-seções inerentes aos arranjos de eletrodos.

Na linha 1 (Anexo 3) foi detectada uma interferência no final do perfil, que pode ser atribuída à presença de aterramento de postes existentes no local, resultando em valores de resistividade incoerentes para a área. A linha 2 (Anexo 3), apresenta os melhores dados que refletem uma correlação adequada com o modelo geológico esperado para o local.

A partir dessas interpretações pode-se criar um modelo para a área, que consiste de uma camada superficial menos resistiva, relativa ao solo/rocha alterada e um substrato mais profundo de resistividade maior, correspondente ao topo rochoso. Além disso, a partir das análises dos perfis e modelos confeccionados não foram detectadas assinaturas de resistividade que pudessem ser atribuídas à existência de fraturamentos, que poderiam ser problemáticos na instalação e operação do aterro.

Com base nos perfis, podem ser elaborados dois mapas a partir das profundidades de investigação dos caminhamentos superfícies de resistividade, objetivando a melhor interpretação dos dados e sua correlação em planta (Anexo 4).

A partir dos ensaios de potencial espontâneo (SP) foi possível confeccionar um mapa de direções preferenciais de fluxo do aquífero freático (Anexo 5). Esse evidenciou um possível divisor de águas na parte central da área. Interpretou-se que os fluxos apresentam duas direções preferenciais: a do lado Oeste flui na direção do Córrego do Onofre, afluente da margem esquerda do Rio Atibaia e a do lado Leste tem sua fluência para as águas de um lago.

Para cada SEV foi criado um modelo de curva de resistividade, que estão no Anexo 6, que serviram para verificar a profundidade do topo rochoso em cada ponto. A partir da análise destes ensaios e comparando-os com os outros dados obtidos (pseudo-seções e SP), foi confeccionado um mapa do topo rocha sã na área de estudo (Anexo 7). As profundidades variam entre 14,4m e 22,8m, e a partir de interpretações do mapa, o manto de intemperismo é maior na região mais próxima ao leito abandonado do Córrego do Onofre, parte Oeste e menor na parte Leste, havendo uma diminuição pontual da espessura no centro da área, que corresponde a SEV L3-100, onde a profundidade do topo rochoso é igual a 17,1m.

10 CONCLUSÕES

De acordo com a legislação vigente, normas, resoluções (Anexo 1), minutas e resultados apresentados no presente Trabalho de Formatura, considera-se que:

- Os resíduos a serem depositados na área, resíduos Classe III – Inertes (ABNT – NBR 10.004), não apresentam risco à saúde pública, e dificilmente podem gerar contaminações, sendo o aspecto de impacto visual o mais agravante nesse caso;
- Levando em conta que esse impacto pode ser minimizado devido a condições de operação do empreendimento, e da constante recuperação e reciclagem de todo material possível;
- As interpretações indiretas obtidas pelos métodos geofísicos mostram que a profundidade do topo rochoso não ultrapassa os 23 metros (espessura da camada de rocha alterada) e a não existência de fraturamentos na área, que podem causar a infiltração mais rápida de materiais contaminantes;
- Ainda a partir das interpretações, o fluxo freático apresentado é conhecido e tem direções correspondentes aos corpos superficiais mais próximos, Rio Atibaia e seu afluente esquerdo Córrego do Onofre;

Conclui-se que, para o tipo de resíduo a ser depositado, a área apresenta características favoráveis para a instalação de tal empreendimento.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987) – Resíduos Sólidos, Classificação – NBR 10.004. Rio de Janeiro, ABNT.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997) – Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento – NBR 13.896. Rio de Janeiro, ABNT.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002) - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil, CONAMA. 3p.
- CAMPOS, K.C. 2001. Diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia do córrego do Onofre, município de Atibaia, 58p. TGI-2, Geografia – FFLCH/USP.
- CARVALHO JR., M.A.F. & COSTA E SILVA, L.M. 1997. SP e eletrorresistividade aplicados ao estudo hidrogeológico de um cemitério. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, V, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo, 1997, v.1, p. 471-4.
- CRUZ, F.A.R.da 2003. Aplicação de métodos geofísicos para a determinação de medidas preventivas em local destinado à disposição de aterro sanitário, em Timburi, SP, São Paulo, 32p. TF, IGc-USP.
- DE BAPTISTI, E. 1999. Operação de aterro de resíduos inertes. Formas alternativas para reciclagem de entulho. In: Anais do RESID'99 - Seminário sobre resíduos sólidos – ABGE, São Paulo, p. 111-9.
- ELIS, V.R. 1998. Avaliação da aplicabilidade de métodos elétricos de prospecção geofísica no estudo de áreas utilizadas para disposição de resíduos. Rio Claro, 264p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

GALLAS, J.D.F. 2000. Principais métodos geoelétricos e suas aplicações em prospecção mineral, hidrogeologia, geologia de engenharia e geologia ambiental. Rio Claro, 174p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

KELLER, G.V. & FRISCHKNECHT, F.C. 1977. Electrical methods in geophysical prospecting. Oxford: Pergamon Press, 1977, 517 p.

MIGLIORINI, R.B. 1994. Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos – estudo do cemitério vila formosa na bacia sedimentar de São Paulo, São Paulo, Dissertação Mestrado, IGc-USP.

ORELLANA, E. 1972. Prospección geoelectrica em corriente continua. Madrid: Paraninfo, 523p.

SANTOS, R.F.dos 2003. Diagnóstico do meio físico e medidas para a readequação ao processo de licenciamento ambiental de um aterro de inertes situado no Município de Cotia, região da Grande São Paulo, São Paulo, 22p. TF, IGc-USP.

SANTOS FILHO, M.G. 1994. O Impacto na qualidade das águas subterrâneas gerado pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no Município de Tatuí - SP, São Paulo, 88p. Dissertação Mestrado, IGc-USP.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. (Resolução nº 41, de 17 de outubro de 2002) – Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo. São Paulo, SMA, 2p.

SILVA, W.S.da 2000. Identificação de unidades ambientais no Município de Atibaia - SP, 158p. Dissertação Mestrado, Geografia – FFLCH/USP.

TELFORD, W.M., GELDART, L.P., SHERIFF, R.E. 1990. Applied geophysics. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 770p.

VIEIRA, F.L. 2004. Utilização de métodos geoelétricos em estudo e avaliação das condições geológicas para a instalação de aterro sanitário no Município de Timburi – SP. Inédito, TF, IGc-USP.

Sites:

- 1) <http://www.cetesb.sp.gov.br>
- 2) <http://www.mma.gov.br/port/conama>

12 ANEXOS

ANEXO 1 – Resoluções

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

- I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
- IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

- I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;
- III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

- I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO
Presidente do Conselho
Publicada DOU 17/07/2002

Resolução SMA 41, de 17-10-2002: Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento

ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente

21/10/02

Considerando que a indústria da construção civil gera grande quantidade de resíduos, que, se dispostos em locais inadequados, contribuem para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que as cavas de mineração resultantes da atividade minerária constituem degradação ambiental, além de sério risco à saúde da população, por facilitar a proliferação de vetores de doenças e provocar freqüentes casos de morte por afogamento;

Considerando que as cavas de mineração inundadas, enquanto não tiverem uma destinação definida, não podem ser consideradas como lagoas, lagos ou reservatórios artificiais, como definido no Código Florestal;

Considerando, ainda, a necessidade de disciplinar o gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos inertes em geral, por meio da adoção de soluções tecnicamente corretas e de ferramentas institucionais que privilegiem a ação preventiva;

Considerando que o Estado tem o dever de providenciar a preservação, recuperação e a melhoria do meio ambiente, nos termos do disposto no artigo 191 da Constituição do Estado;

RESOLVE:

Artigo 1º - A disposição final de resíduos da construção civil classificados como classe A, pela Resolução CONAMA 307, de 05/07/2002 e de resíduos inertes classificados como classe III, pela NBR - 10.004 - Classificação de Resíduos, da ABNT, no Estado de São Paulo, fica sujeita ao licenciamento ambiental quanto à localização, à instalação e à operação, no âmbito dos órgãos da Secretaria do Meio Ambiente - SMA.

Artigo 2º - A disposição final dos resíduos mencionados no artigo 1º deverá ser feita em aterros que atendam às normas e exigências estabelecidas pelos órgãos ambientais competentes, a saber: DAIA - Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental, DUSM - Departamento de Uso do Solo Metropolitano, DEPRN - Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais e CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

Artigo 3º - O licenciamento dos aterros mencionados no Artigo 2º fica sujeito à manifestação do DUSM, quando localizados em Área de Proteção aos Mananciais - APM, e do DEPRN, quando houver intervenção em Área de Preservação Permanente - APP ou supressão de vegetação nativa.

Artigo 4º - Os aterros mencionados no artigo 2º, cuja capacidade total não exceda 100.000 m³ e que recebam uma quantidade de resíduos igual ou inferior a 150 m³ por dia, serão dispensados de licenciamento ambiental prévio, no âmbito da SMA/DAIA, procedendo-se o licenciamento ambiental no âmbito da CETESB.

Parágrafo Único - Ficam condicionados à manifestação do Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental - DAIA, da SMA, sobre a necessidade de licenciamento ambiental prévio por aquele departamento, independentemente das demais características, os aterros cuja localização se enquadre em uma ou mais situações relacionadas a seguir:

I. Unidades de Conservação definidas pela Lei Federal 9.985/00, Capítulo III, e áreas limítrofes às mesmas;

II. Áreas e monumentos tombados pelo CONDEPHAAT;

III. Áreas com cobertura vegetal primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração.

Artigo 5º - Os aterros mencionados no artigo 2º, cuja capacidade total seja superior a 100.000 m³ e que recebam uma quantidade de resíduos superior a 150 m³ por dia e inferior ou igual a 300 m³ por dia, dependerão de consulta, a ser encaminhada pela agência ambiental da CETESB, ao Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental - DAIA da SMA para manifestação acerca da necessidade de licenciamento ambiental prévio por aquele departamento.

Artigo 6º - Os aterros mencionados no artigo 2º, cuja capacidade total seja superior a 100.000 m³ e que recebam uma quantidade de resíduos superior a 300 m³ por dia dependerão do licenciamento ambiental prévio da SMA/DAIA , nos termos da Resolução SMA nº 42, de 29 de dezembro de 1994, mediante a apresentação de RAP na agência ambiental da CETESB.

Artigo 7º - Os aterros para a disposição dos resíduos mencionados no artigo 1º que, simultaneamente, ocupem área igual ou inferior a 1.000 m², volume total igual ou inferior a 1.000 m³ e tenha como finalidade imediata a regularização de terrenos para fins de edificação ficam dispensados do licenciamento ambiental, porém, sujeitos à manifestação do DEPRN, e do DUSM quando localizado em APM.

Artigo 8º - O licenciamento ambiental de empreendimentos que se localizem na Região Metropolitana de São Paulo, será regido pela Resolução SMA 35/96, que instituiu o regime de Balcão Único.

Artigo 9º - Os aterros mencionados no artigo 2º que serão implantados em cavas exauridas de mineração terão o licenciamento ambiental vinculado à prévia aprovação de um PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada ou do RCA/PCA - Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental, ou documento equivalente.

Artigo 10 - Os aterros mencionados no artigo 2º em operação na data de publicação desta Resolução deverão solicitar junto à CETESB a respectiva licença de funcionamento, em um prazo máximo de 180 (cento e oitenta dias), contados a partir da data de publicação desta Resolução.

Artigo 11 - Caberá ao DUSM, ao DEPRN e à CETESB, no âmbito de suas competências, a fiscalização para a correta aplicação desta Resolução.

Artigo 12 - Esta resolução entrará em vigor na data de sua publicação, ficando revogada a Resolução n. 34, de 06.05.96, publicada no D.O. de 07.05.96.

ANEXO 2 – Dados de Campo

Caminhamento Elétrico - Linha 1							
POSIÇÃO DOS ELETRODOS				RESISTIVIDADE DIPOLO-DIPOLO			
A	B	M	N	ΔV	K	I	p
0	25	50	75	0,1352	471	50 mA	64
0	25	75	100	0,0553	1885	50 mA	104
0	25	100	125	0,0311	4712	50 mA	146
0	25	125	150	0,0161	9425	50 mA	152
0	25	150	175	0,0113	16493	50 mA	186
25	50	75	100	0,1764	471	50 mA	83
25	50	100	125	0,0723	1885	50 mA	136
25	50	125	150	0,0413	4712	50 mA	195
25	50	150	175	0,0260	9425	20 mA	245
25	50	175	200	0,0220	16493	50 mA	363
50	75	100	125	0,1560	471	50 mA	73
50	75	125	150	0,0560	1885	50 mA	105
50	75	150	175	0,0420	4712	50 mA	198
50	75	175	200	0,0370	9425	50 mA	349
50	75	200	225	0,0250	16493	50 mA	412
75	100	125	150	0,1770	471	50 mA	83
75	100	150	175	0,1010	1885	50 mA	190
75	100	175	200	0,0770	4712	50 mA	362
75	100	200	225	0,0460	9425	50 mA	433
75	100	225	250	0,0192	16493	50 mA	317
100	125	150	175	0,2390	471	50 mA	112
100	125	175	200	0,1310	1885	50 mA	247
100	125	200	225	0,0940	4712	50 mA	443
100	125	225	250	0,0190	9425	50 mA	180
100	125	250	275	0,0170	16493	50 mA	280
125	150	175	200	0,2790	471	50 mA	131
125	150	200	225	0,1320	1885	50 mA	248
125	150	225	250	0,5600	4712	50 mA	2639
125	150	250	275	0,1365	9425	50 mA	1286
150	175	200	225	0,4890	471	50 mA	230
150	175	225	250	0,1120	1885	50 mA	211
150	175	250	275	0,0770	4712	50 mA	363
175	200	225	250	5,6300	471	50 mA	2463
175	200	250	275	4,8900	1885	50 mA	9218
200	225	250	275	4,1500	471	50 mA	1955

Os valores que se encontram em vermelho se correlacionam a uma interferência encontrada na área, graças a um aterramento.

Caminhamento Elétrico - Linha 2							
POSIÇÃO DOS ELETRODOS				RESISTIVIDADE DIPOLO-DIPOLO			
A	B	M	N	ΔV	K	I	p
0	25	50	75	0,2190	471	100 mA	103
0	25	75	100	0,0694	1885	50 mA	131
0	25	100	125	0,0426	4712	50 mA	201
0	25	125	150	0,0272	9425	50 mA	256
0	25	150	175	0,0201	16493	50 mA	332
25	50	75	100	0,1924	471	50 mA	91
25	50	100	125	0,0601	1885	50 mA	113
25	50	125	150	0,0342	4712	50 mA	161
25	50	150	175	0,0243	9425	50 mA	229
25	50	175	200	0,0215	16493	50 mA	355
50	75	100	125	0,1668	471	50 mA	79
50	75	125	150	0,0568	1885	50 mA	107
50	75	150	175	0,0292	4712	50 mA	138
50	75	175	200	0,0230	9425	50 mA	217
50	75	200	225	0,0215	16493	50 mA	355
75	100	125	150	0,1691	471	50 mA	80
75	100	150	175	0,0461	1885	50 mA	87
75	100	175	200	0,0326	4712	50 mA	154
75	100	200	225	0,0312	9425	50 mA	294
75	100	225	250	0,0183	16493	50 mA	302
100	125	150	175	0,1549	471	50 mA	73
100	125	175	200	0,0675	1885	50 mA	127
100	125	200	225	0,0520	4712	50 mA	245
100	125	225	250	0,0418	9425	50 mA	394
100	125	250	275	0,0287	16493	50 mA	473
125	150	175	200	0,1393	471	50 mA	66
125	150	200	225	0,0866	1885	50 mA	163
125	150	225	250	0,0577	4712	50 mA	272
125	150	250	275	0,0382	9425	50 mA	360
150	175	200	225	0,1795	471	50 mA	85
150	175	225	250	0,0840	1885	50 mA	158
150	175	250	275	0,0482	4712	50 mA	227
175	200	225	250	0,1919	471	50 mA	90
175	200	250	275	0,0781	1885	50 mA	147
200	225	250	275	0,3340	471	50 mA	157

Caminhamento Elétrico - Linha 3							
POSIÇÃO DOS ELETRODOS				RESISTIVIDADE DIPOLO-DIPOLO			
A	B	M	N	ΔV	K	I	ρ
0	25	50	75	0,2470	471	100 mA	116
0	25	75	100	0,0729	1885	100 mA	137
0	25	100	125	0,0471	4712	100 mA	222
0	25	125	150	0,0266	9425	100 mA	251
0	25	150	175	0,0236	16493	100 mA	389
25	50	75	100	0,1600	471	100 mA	75
25	50	100	125	0,0565	1885	100 mA	106
25	50	125	150	0,0315	4712	100 mA	148
25	50	150	175	0,0208	9425	100 mA	196
25	50	175	200	0,0162	16493	100 mA	266
50	75	100	125	0,1841	471	100 mA	87
50	75	125	150	0,0603	1885	100 mA	114
50	75	150	175	0,0323	4712	100 mA	152
50	75	175	200	0,0261	9425	100 mA	246
50	75	200	225	0,0128	16493	100 mA	212
75	100	125	150	0,1760	471	100 mA	83
75	100	150	175	0,0636	1885	100 mA	120
75	100	175	200	0,0351	4712	100 mA	165
75	100	200	225	0,0180	9425	100 mA	169
75	100	225	250	0,0108	16493	100 mA	179
100	125	150	175	0,2010	471	100 mA	95
100	125	175	200	0,0751	1885	100 mA	141
100	125	200	225	0,0293	4712	100 mA	138
100	125	225	250	0,0167	9425	100 mA	157
100	125	250	275	0,0137	16493	100 mA	226
125	150	175	200	0,2370	471	50 mA	112
125	150	200	225	0,0628	1885	50 mA	118
125	150	225	250	0,0231	4712	50 mA	109
125	150	250	275	0,0162	9425	50 mA	152
150	175	200	225	0,2670	471	50 mA	126
150	175	225	250	0,0581	1885	50 mA	109
150	175	250	275	0,0300	4712	50 mA	141
175	200	225	250	0,2280	471	50 mA	107
175	200	250	275	0,0867	1885	50 mA	163
200	225	250	275	0,2470	471	50 mA	116

Caminhamento Elétrico - Linha 4							
POSIÇÃO DOS ELETRODOS				RESISTIVIDADE DIPOLO-DIPOLO			
A	B	M	N	ΔV	K	I	p
-75	-50	-25	0	0,1750	471	100 mA	82
-75	-50	0	25	0,0564	1885	100 mA	106
-75	-50	25	50	0,0391	4712	100 mA	184
-75	-50	50	75	0,0175	9425	100 mA	165
-75	-50	75	100	0,0125	16493	100 mA	206
-50	-25	0	25	0,1674	471	100 mA	79
-50	-25	25	50	0,0675	1885	100 mA	127
-50	-25	50	75	0,0264	4712	100 mA	124
-50	-25	75	100	0,0166	9425	200 mA	156
-50	-25	100	125	0,0089	16493	200 mA	146
-25	0	25	50	0,1864	471	100 mA	88
-25	0	50	75	0,0585	1885	100 mA	110
-25	0	75	100	0,0308	4712	100 mA	145
-25	0	100	125	0,0166	9425	100 mA	156
-25	0	125	150	0,0100	16493	200 mA	164
0	25	50	75	0,0215	471	100 mA	101
0	25	75	100	0,0803	1885	100 mA	151
0	25	100	125	0,0392	4712	100 mA	185
0	25	125	150	0,0199	9425	200 mA	188
0	25	150	175	0,0164	16493	200 mA	264
25	50	75	100	0,3440	471	100 mA	162
25	50	100	125	0,0949	1885	100 mA	179
25	50	125	150	0,0399	4712	100 mA	188
25	50	150	175	0,0286	9425	100 mA	270
25	50	175	200	0,0193	16493	100 mA	318
50	75	100	125	0,2680	471	100 mA	126
50	75	125	150	0,0817	1885	100 mA	154
50	75	150	175	0,0490	4712	100 mA	231
50	75	175	200	0,0305	9425	100 mA	287
50	75	200	225	0,0190	16493	100 mA	313
75	100	125	150	0,2690	471	100 mA	127
75	100	150	175	0,1012	1885	100 mA	191
75	100	175	200	0,0584	4712	100 mA	275
75	100	200	225	0,0306	9425	100 mA	288
75	100	225	250	0,0158	16493	100 mA	260
100	125	150	175	0,3110	471	100 mA	146
100	125	175	200	0,1125	1885	100 mA	212
100	125	200	225	0,0503	4712	100 mA	237
100	125	225	250	0,0199	9425	100 mA	187
100	125	250	275	0,0167	16493	100 mA	275
125	150	175	200	0,3030	471	20 mA	142
125	150	200	225	0,0900	1885	20 mA	170
125	150	225	250	0,0294	4712	20 mA	138
125	150	250	275	0,0218	9425	20 mA	205
125	150	275	300	0,0172	16493	50 mA	284
150	175	200	225	0,3550	471	20 mA	167
150	175	225	250	0,0796	1885	20 mA	150
150	175	250	275	0,0430	4712	20 mA	203
150	175	275	300	0,0268	9425	50 mA	252
175	200	225	250	0,3150	471	20 mA	148
175	200	250	275	0,1300	1885	20 mA	245
175	200	275	300	0,0692	4712	20 mA	326
200	225	250	275	0,3740	471	20 mA	176
200	225	275	300	0,1355	1885	20 mA	255
225	250	275	300	0,3950	471	20 mA	471

Potencial Espontâneo - SP

Linha 1	
Estaca	SP
0	19
25	6
50	9,8
75	8
100	0,3
125	65
150	58
175	34
200	58
225	79
250	0,2
275	52

Linha 1	
Estaca	SP
0	33
25	-4
50	8
75	7,5
100	13
125	34
150	17
175	46
200	50
225	53
250	28
275	49

Linha 3	
Estaca	SP
0	25
25	-5
50	17
75	11
100	7,6
125	35,5
150	2
175	31
200	3,8
225	32
250	94
275	78

Linha 4	
Estaca	SP
0	10
25	18
50	22
75	14
100	46
125	50
150	29
175	79
200	57
225	44
250	65

SEV - Linha 1 - 100					
				GPS	338815 7442878
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	8,63	54,20	100 mA
2,0	0,5	11,78	4,75	55,96	100 mA
2,5	0,5	18,85	3,14	59,19	100 mA
3,0	0,5	27,48	2,16	59,36	100 mA
4,0	0,5	49,48	1,324	65,51	100 mA
5,0	0,5	77,75	0,915	71,14	100 mA
6,0	0,5	112,31	0,648	72,78	100 mA
8,0	0,5	200,27	0,377	75,50	100 mA
10,0	0,5	313,37	0,233	73,02	50 mA
13,0	0,5	530,14	0,1347	71,41	50 mA
16,0	0,5	803,46	0,0866	69,58	50 mA
20,0	0,5	1255,85	0,0587	73,72	20 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0431	84,59	20 mA
25,0	2,0	487,73	0,162	79,01	20 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0353	99,78	20 mA
30,0	2,0	703,71	0,13	91,48	20 mA
40,0	2,0	1253,49	0,096	120,34	20 mA
50,0	2,0	1960,35	0,081	158,79	10 mA
60,0	2,0	2824,29	0,063	177,93	10 mA
80,0	2,0	5023,40	0,042	210,98	10 mA
100,0	2,0	7850,84	0,028	219,82	10 mA

SEV - Linha 2 - 62,5					
				GPS	338753 7442880
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	22,8	143,18	20 mA
2,0	0,5	11,78	13,07	153,96	20 mA
2,5	0,5	18,85	8,45	159,28	20 mA
3,0	0,5	27,48	5,49	150,87	20 mA
4,0	0,5	49,48	2,48	122,71	50 mA
5,0	0,5	77,75	1,276	99,21	50 mA
6,0	0,5	112,31	0,826	92,77	50 mA
8,0	0,5	200,27	0,473	94,73	50 mA
10,0	0,5	313,37	0,319	99,97	100 mA
13,0	0,5	530,14	0,2	106,03	100 mA
16,0	0,5	803,46	0,1412	113,45	100 mA
20,0	0,5	1255,85	0,1004	126,09	100 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0724	142,10	100 mA
25,0	2,0	487,73	0,231	112,67	100 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0521	147,27	100 mA
30,0	2,0	703,71	0,1639	115,34	100 mA
40,0	2,0	1253,49	0,1125	141,02	100 mA
50,0	2,0	1960,35	0,079	154,87	100 mA
60,0	2,0	2824,29	0,0607	171,43	100 mA
80,0	2,0	5023,40	0,0433	217,51	50 mA
100,0	2,0	7850,84	0,0293	230,03	50 mA

SEV - Linha 2 - 237,5					
				GPS	338766 7443009
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	82,8	519,98	50 mA
2,0	0,5	11,78	29,7	349,87	50 mA
2,5	0,5	18,85	16,41	309,33	50 mA
3,0	0,5	27,48	10,69	293,76	50 mA
4,0	0,5	49,48	4,74	234,54	50 mA
5,0	0,5	77,75	2,64	205,26	50 mA
6,0	0,5	112,31	1,583	177,79	50 mA
8,0	0,5	200,27	0,663	132,78	50 mA
10,0	0,5	313,37	0,361	113,13	50 mA
13,0	0,5	530,14	0,1879	99,61	20 mA
16,0	0,5	803,46	0,1015	81,55	20 mA
20,0	0,5	1255,85	0,0688	86,40	20 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0511	100,29	20 mA
25,0	2,0	487,73	0,1883	91,84	20 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0375	106,00	50 mA
30,0	2,0	703,71	0,1432	100,77	100 mA
40,0	2,0	1253,49	0,0916	114,82	50 mA
50,0	2,0	1960,35	0,0639	125,27	50 mA
60,0	2,0	2824,29	0,046	129,92	50 mA
80,0	2,0	5023,40	0,0291	146,18	50 mA
100,0	2,0	7850,84	0,019	149,17	50 mA

SEV - Linha 3 - 100					
				GPS	338713 7442906
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	15,65	98,28	50 mA
2,0	0,5	11,78	7,96	93,77	50 mA
2,5	0,5	18,85	5,2	98,02	100 mA
3,0	0,5	27,48	3,74	102,78	100 mA
4,0	0,5	49,48	2,07	102,42	100 mA
5,0	0,5	77,75	1,424	110,72	100 mA
6,0	0,5	112,31	1,069	120,06	100 mA
8,0	0,5	200,27	0,599	119,96	200 mA
10,0	0,5	313,37	0,346	108,43	200 mA
13,0	0,5	530,14	0,1907	101,10	200 mA
16,0	0,5	803,46	0,1188	95,45	200 mA
20,0	0,5	1255,85	0,0793	99,59	200 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0538	105,59	200 mA
25,0	2,0	487,73	0,227	110,71	200 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0398	112,50	200 mA
30,0	2,0	703,71	0,1664	117,10	200 mA
40,0	2,0	1253,49	0,1119	140,27	200 mA
50,0	2,0	1960,35	0,0857	168,00	200 mA
60,0	2,0	2824,29	0,063	177,93	200 mA
80,0	2,0	5023,40	0,0481	241,63	200 mA
100,0	2,0	7850,84	0,029	227,67	200 mA

SEV - Linha 3 - 187,5				GPS	338740 7442988
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	47,4	297,67	20 mA
2,0	0,5	11,78	22,4	263,87	20 mA
2,5	0,5	18,85	13,02	245,43	20 mA
3,0	0,5	27,48	7,95	218,47	20 mA
4,0	0,5	49,48	3,84	190,00	20 mA
5,0	0,5	77,75	2,18	169,50	20 mA
6,0	0,5	112,31	1,429	160,49	20 mA
8,0	0,5	200,27	0,754	151,00	50 mA
10,0	0,5	313,37	0,475	148,85	50 mA
13,0	0,5	530,14	0,283	150,03	50 mA
16,0	0,5	803,46	0,1934	155,39	50 mA
20,0	0,5	1255,85	0,109	136,89	50 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0715	140,33	50 mA
25,0	2,0	487,73	0,294	143,39	100 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0358	101,19	50 mA
30,0	2,0	703,71	0,204	143,56	50 mA
40,0	2,0	1253,49	0,1347	168,85	50 mA
50,0	2,0	1960,35	0,0649	127,23	50 mA
60,0	2,0	2824,29	0,0771	217,75	50 mA
80,0	2,0	5023,40	0,0453	227,56	50 mA
100,0	2,0	7850,84	0,0375	294,41	50 mA

SEV - Linha 4 - 150				GPS	338864 7442965
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	71,8	450,90	50 mA
2,0	0,5	11,78	40,7	479,45	50 mA
2,5	0,5	18,85	24,1	454,29	50 mA
3,0	0,5	27,48	14,59	400,93	50 mA
4,0	0,5	49,48	5,77	285,50	50 mA
5,0	0,5	77,75	2,86	222,37	50 mA
6,0	0,5	112,31	1,347	151,28	50 mA
8,0	0,5	200,27	0,588	117,76	50 mA
10,0	0,5	313,37	0,383	120,02	50 mA
13,0	0,5	530,14	0,279	147,91	50 mA
16,0	0,5	803,46	0,1968	158,12	50 mA
20,0	0,5	1255,85	0,1431	179,71	50 mA
25,0	0,5	1962,71	0,1223	240,04	50 mA
25,0	2,0	487,73	0,276	134,61	50 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0815	230,37	50 mA
30,0	2,0	703,71	0,1995	140,39	50 mA
40,0	2,0	1253,49	0,1245	156,06	50 mA
50,0	2,0	1960,35	0,0797	156,24	50 mA
60,0	2,0	2824,29	0,0634	179,06	50 mA
80,0	2,0	5023,40	0,037	185,87	50 mA
100,0	2,0	7850,84	0,0273	214,33	100 mA

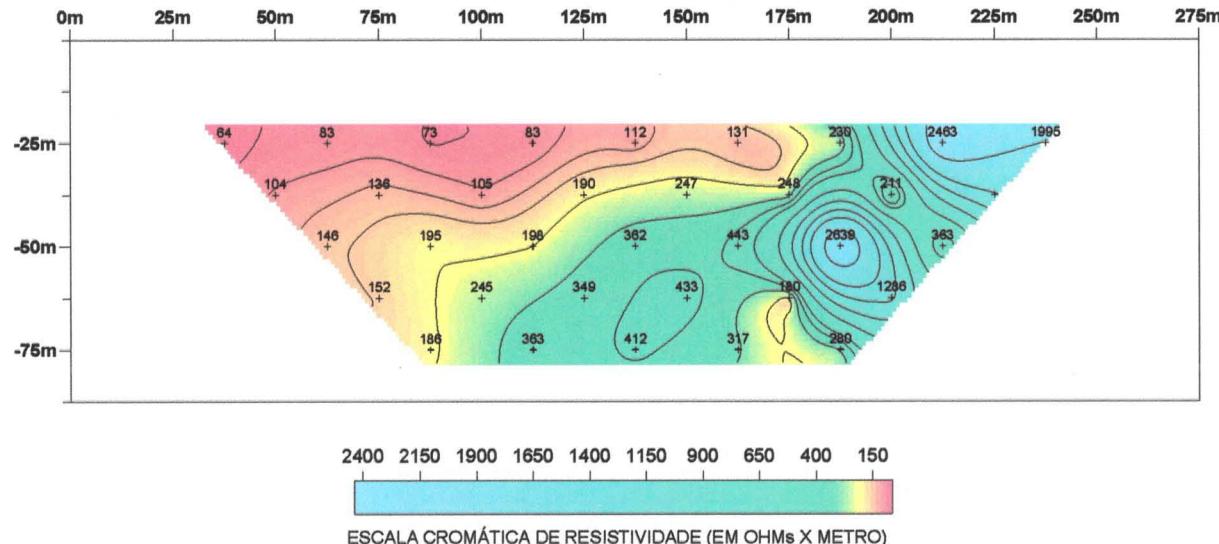
SEV - Linha 4 - 50					
				GPS	338660 7442865
AB/2	MN/2	K	ΔV	I	ρ
1,5	0,5	6,28	12,52	78,63	5 mA
2,0	0,5	11,78	5,83	68,68	5 mA
2,5	0,5	18,85	3,56	67,11	5 mA
3,0	0,5	27,48	2,27	62,38	5 mA
4,0	0,5	49,48	1,469	72,69	5 mA
5,0	0,5	77,75	1,001	77,83	5 mA
6,0	0,5	112,31	0,764	85,80	5 mA
8,0	0,5	200,27	0,451	90,32	5 mA
10,0	0,5	313,37	0,307	96,20	5 mA
13,0	0,5	530,14	0,205	108,68	10 mA
16,0	0,5	803,46	0,1537	123,49	20 mA
20,0	0,5	1255,85	0,1112	139,65	20 mA
25,0	0,5	1962,71	0,0713	139,94	50 mA
25,0	2,0	487,73	0,255	124,37	50 mA
30,0	0,5	2826,64	0,0506	143,03	50 mA
30,0	2,0	703,71	0,1851	130,26	50 mA
40,0	2,0	1253,49	0,1171	146,78	50 mA
50,0	2,0	1960,35	0,0858	168,20	50 mA
60,0	2,0	2824,29	0,0657	185,56	100 mA
80,0	2,0	5023,40	0,042	210,98	50 mA
100,0	2,0	7850,84	0,0323	253,58	50 mA

ANEXO 3 – Perfis dos Caminhamentos Elétricos

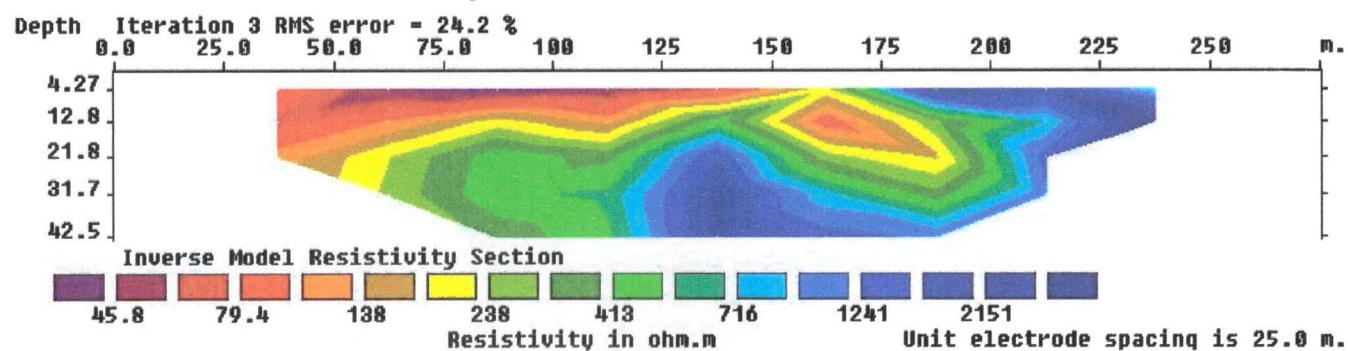
LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE LINHA 1

IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES
PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP

PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE

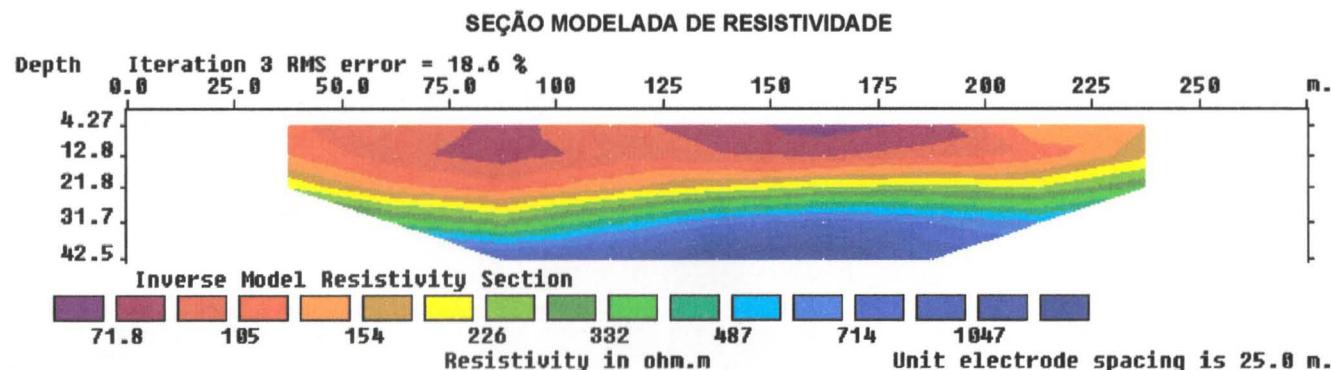
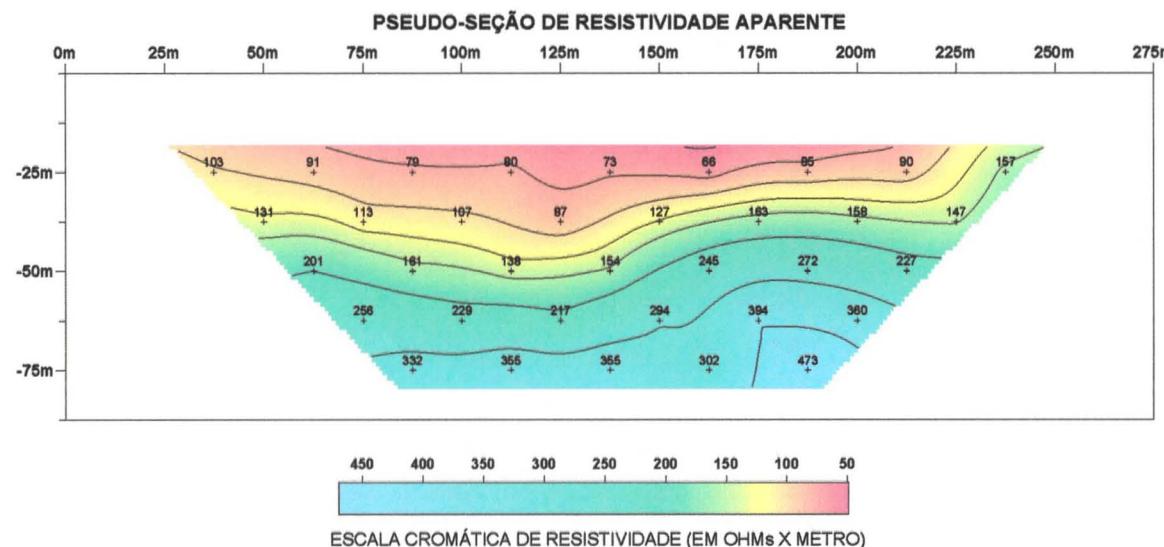


SEÇÃO MODELADA DE RESISTIVIDADE



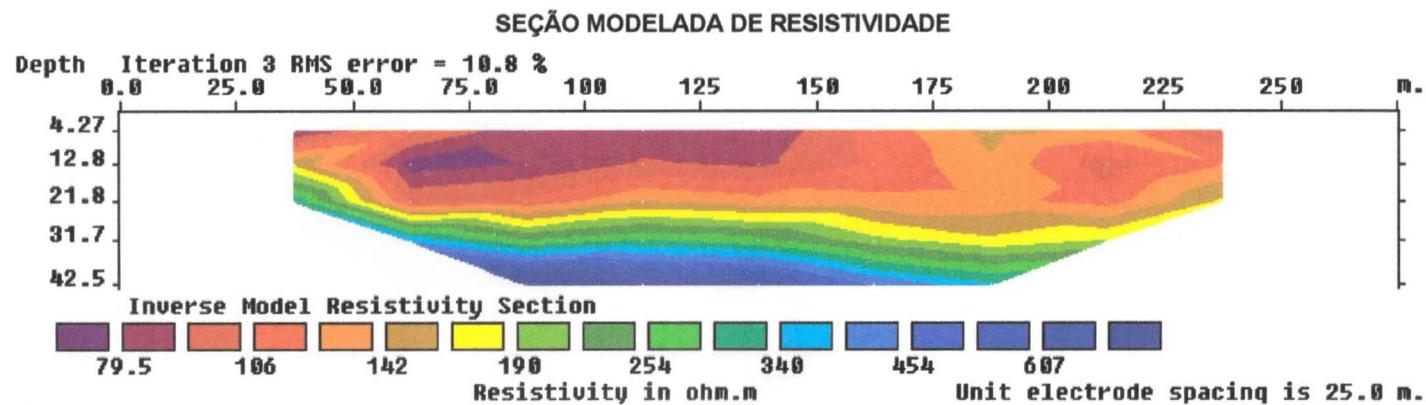
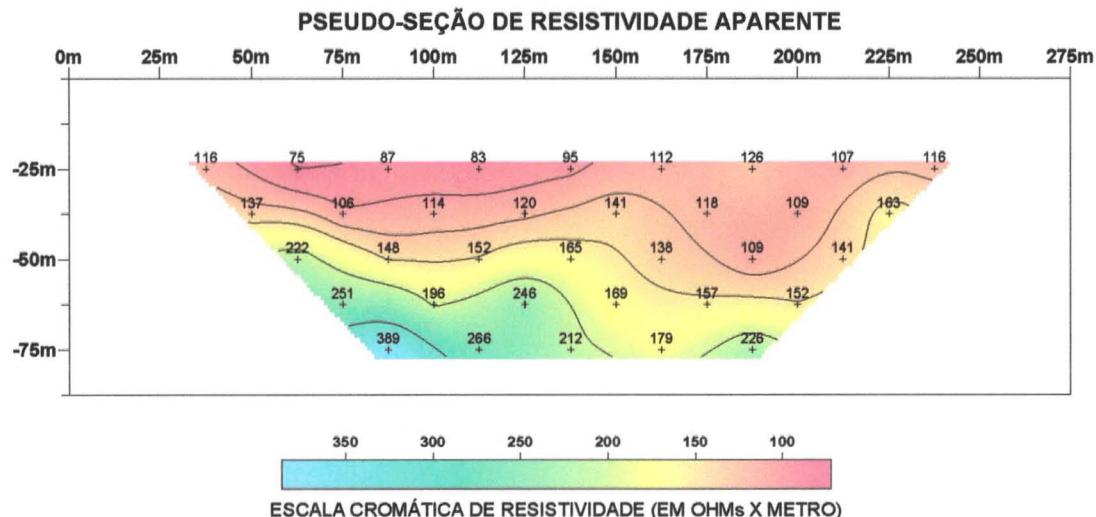
**LEVANTAMENTO DE ELETORRESISTIVIDADE
LINHA 2**

**IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES
PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP**



LEVANTAMENTO DE ELETRORESISTIVIDADE LINHA 3

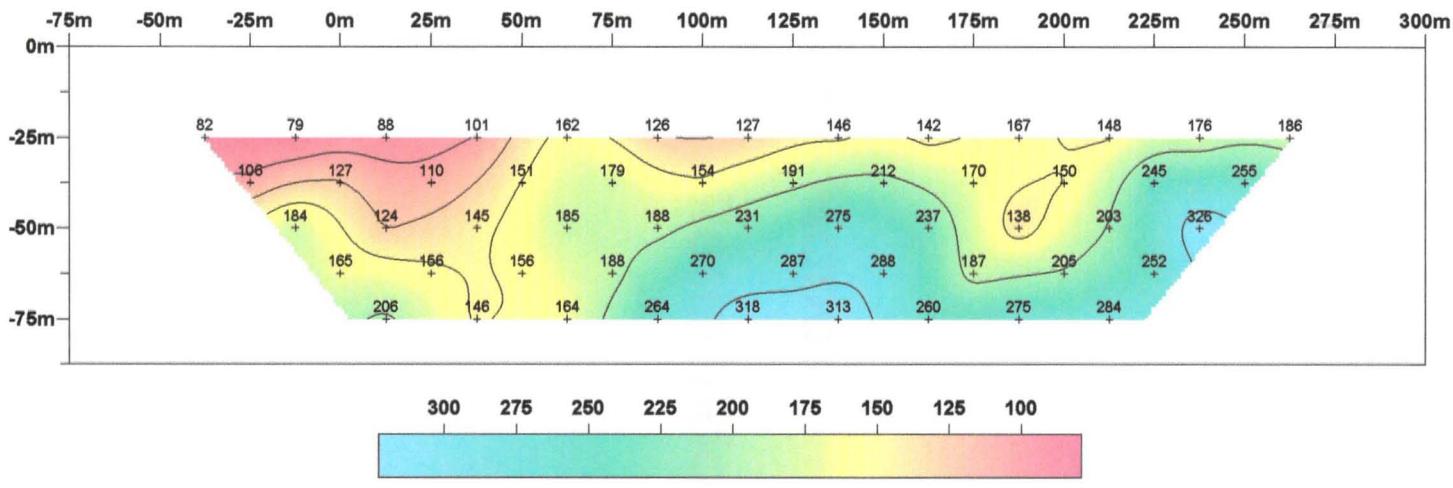
IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES
PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP



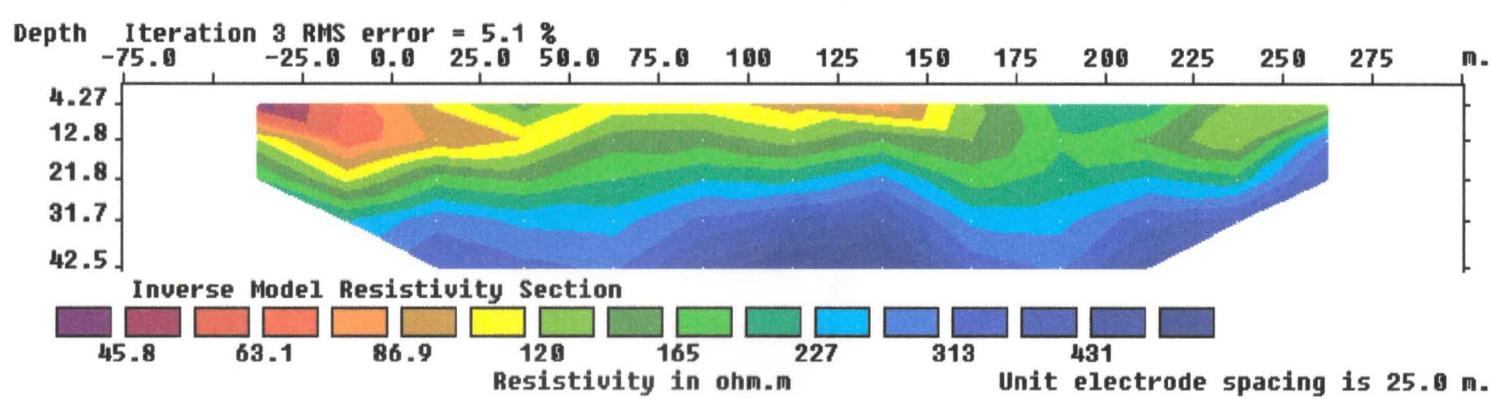
LEVANTAMENTO DE ELETRORESISTIVIDADE LINHA 4

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRAMENTO DE INERTES PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP

PSEUDO-SEÇÃO DE RESISTIVIDADE APARENTE



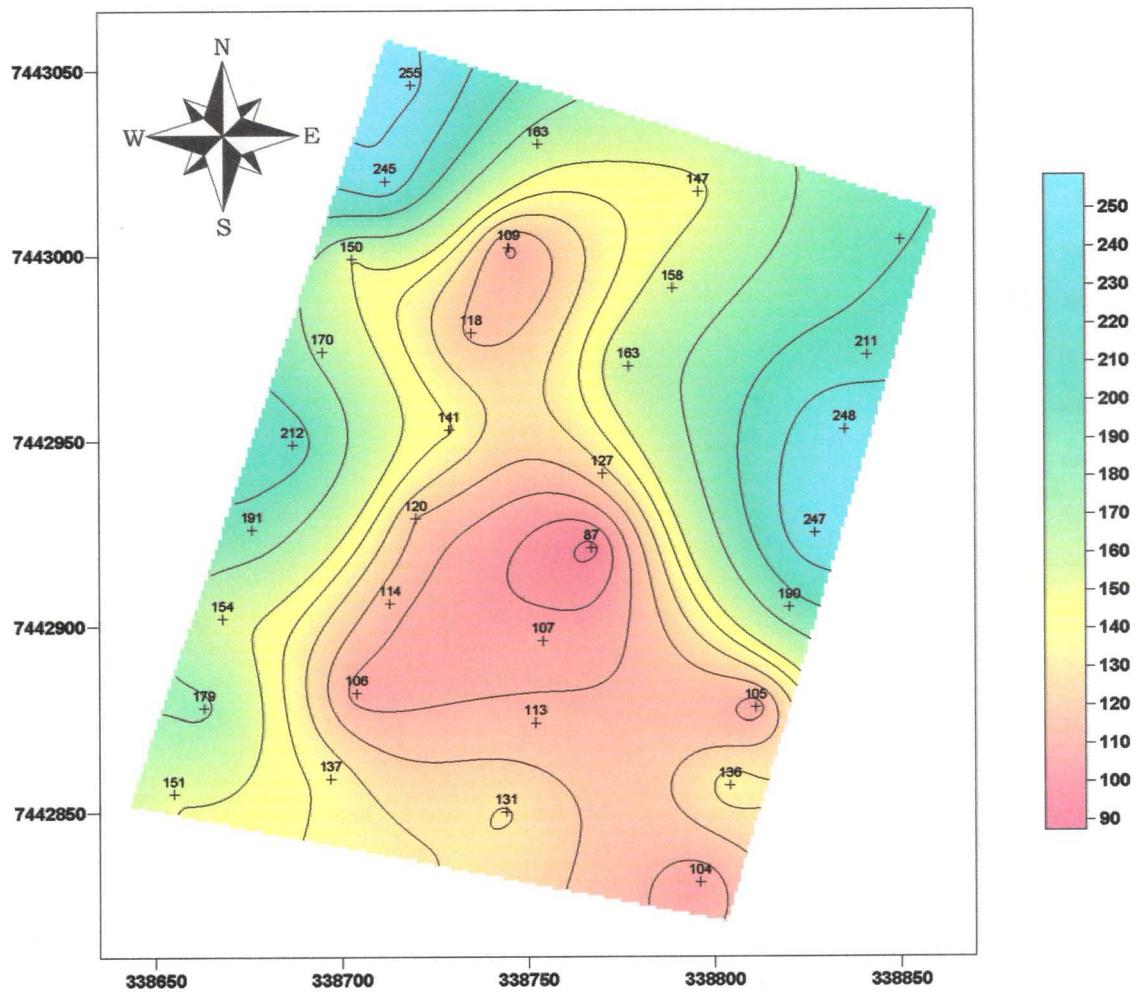
SECÃO MODELAGEM DE RESISTIVIDADE



ANEXO 4 – Mapas de Superfícies de Resistividade

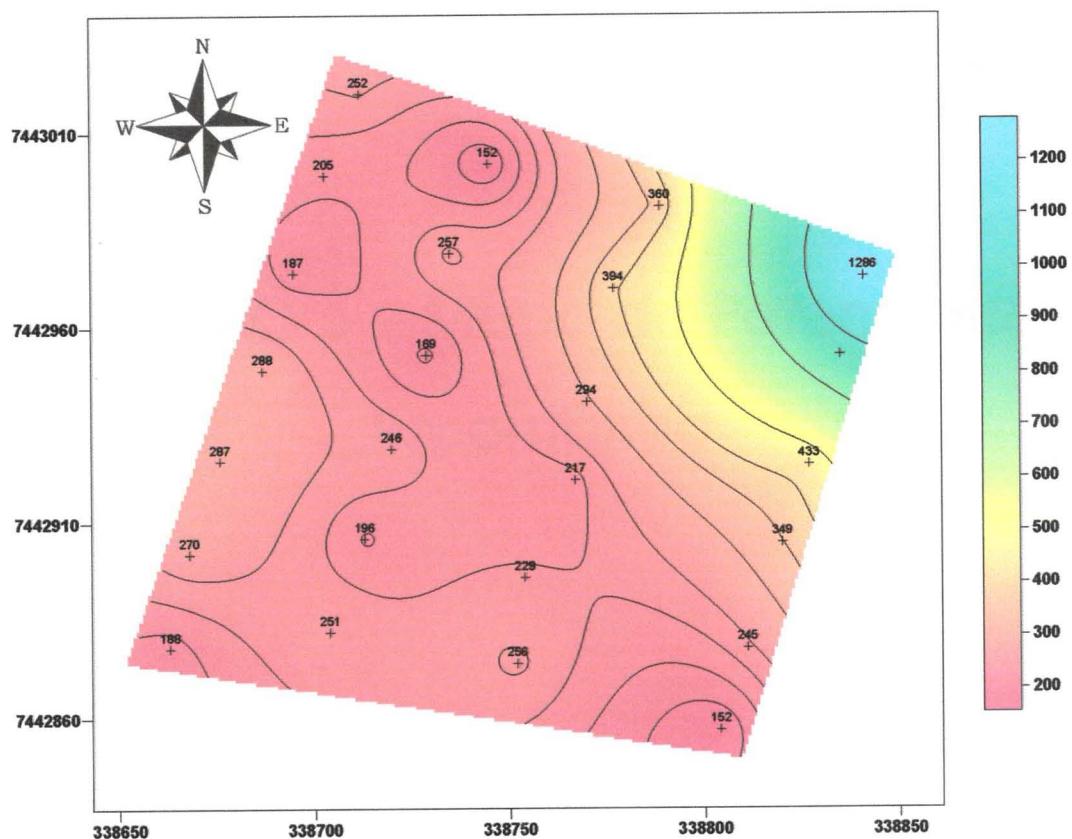
Mapa de Resistividade - Nível 2

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP



Mapa de Resistividade - Nível 4

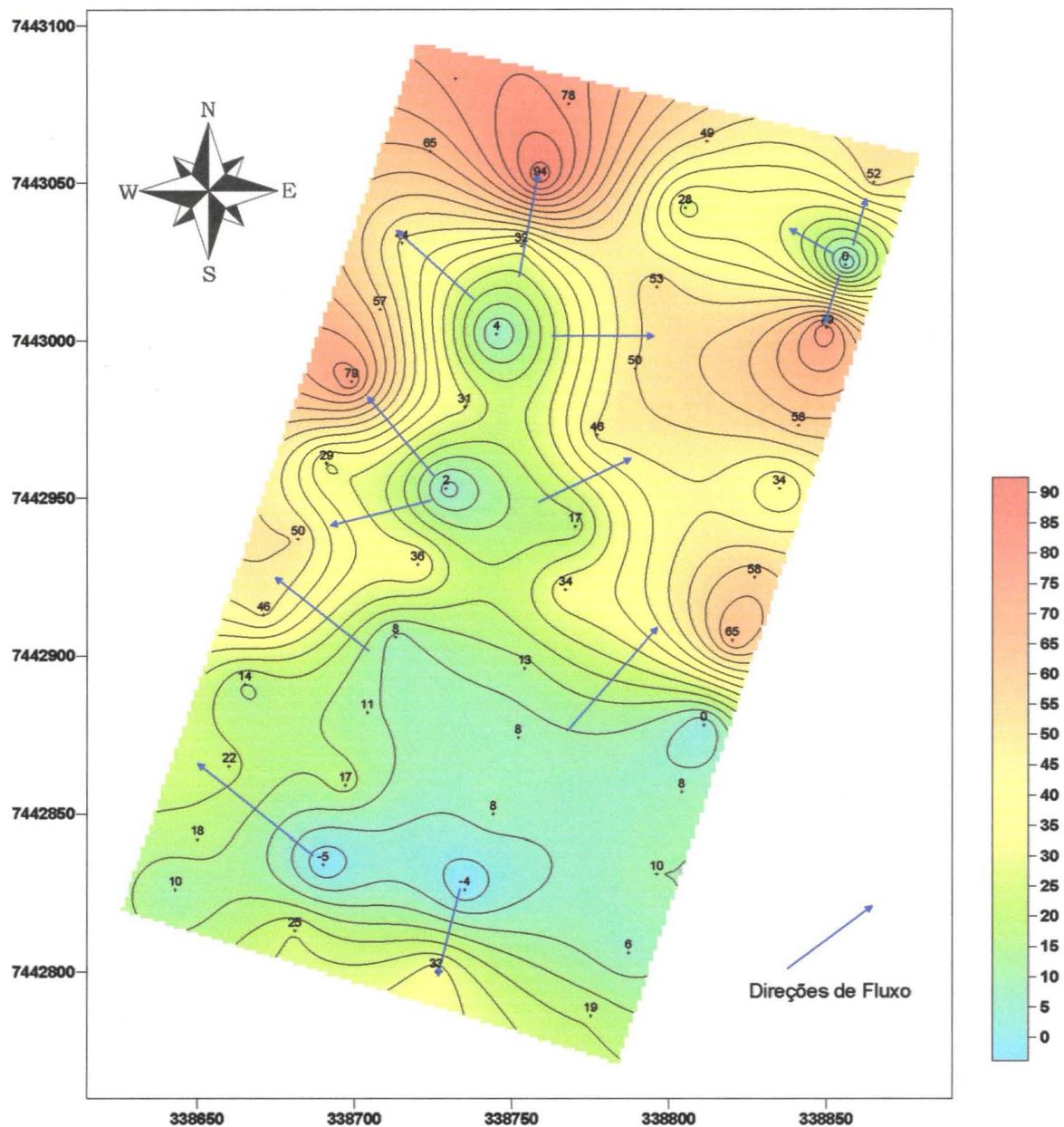
IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES
PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP



ANEXO 5 – Mapa de Potencial Espontâneo

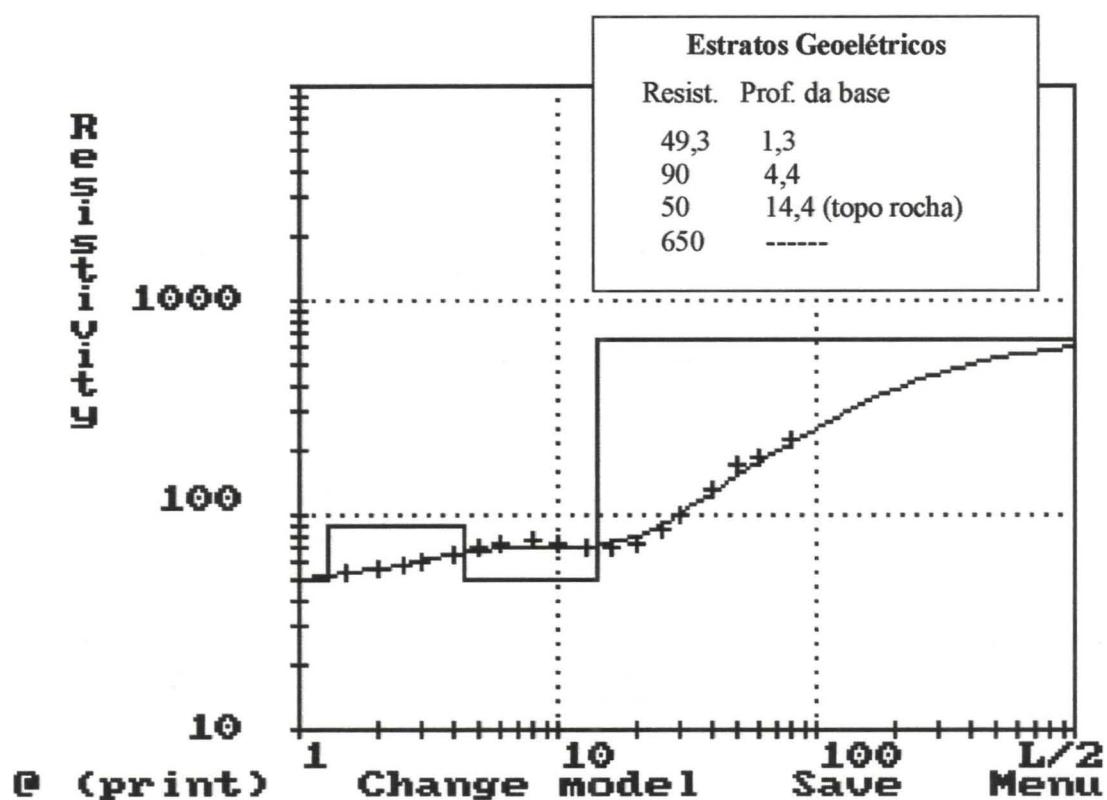
Mapa de Potencial Espontâneo

IMPLEMENTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP

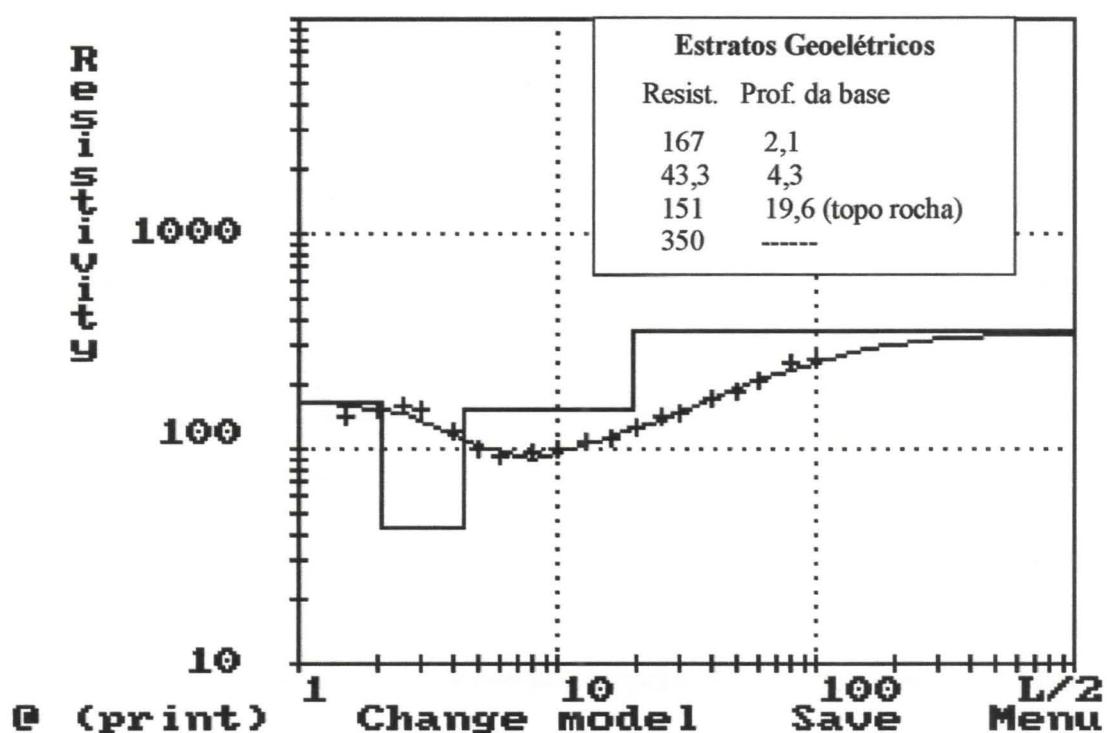


ANEXO 6 – Curva de Resistividade das SEV's

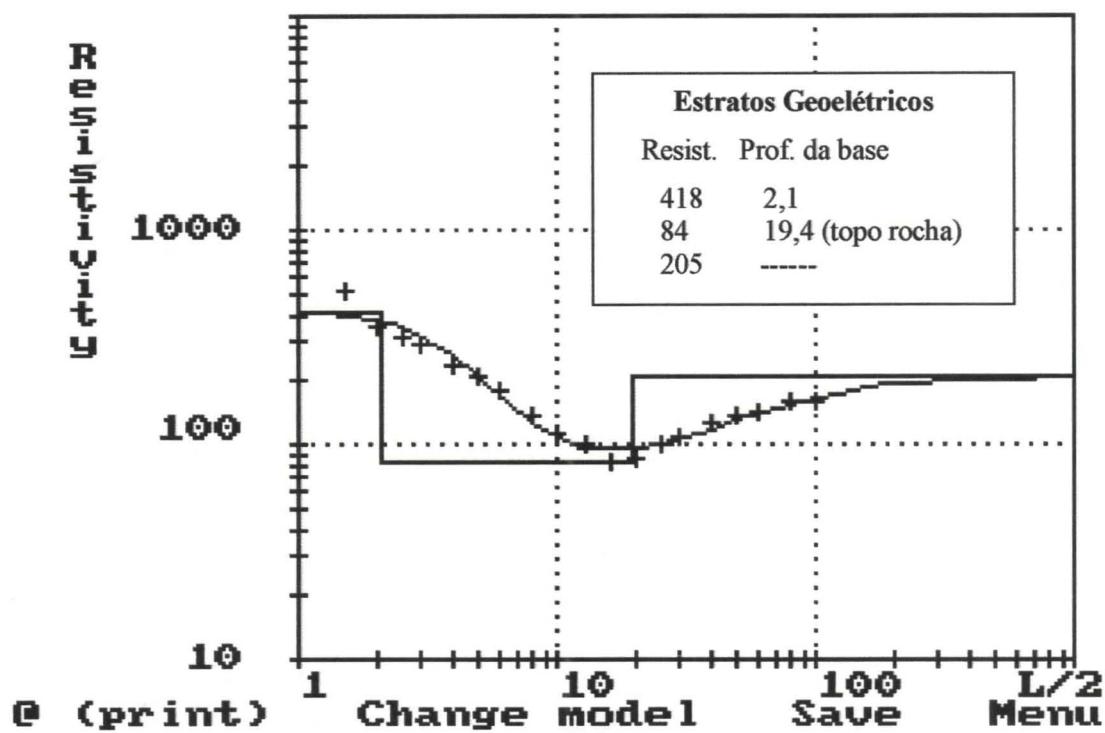
Linha 1-100



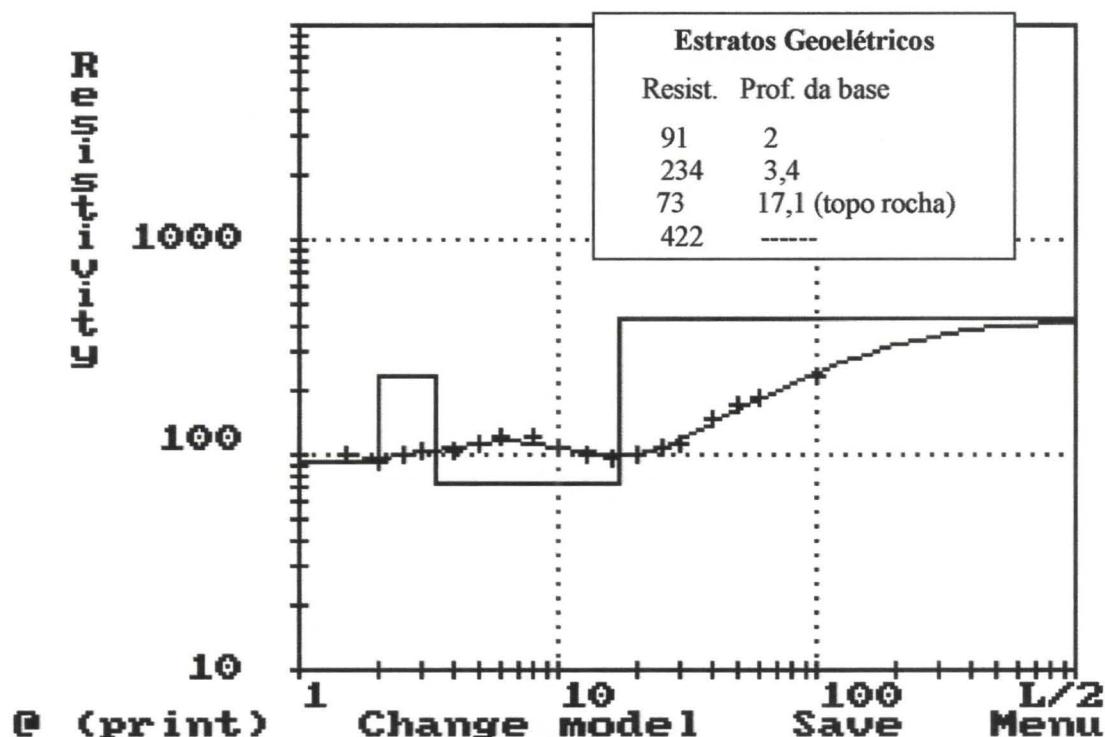
Linha 2-37,5



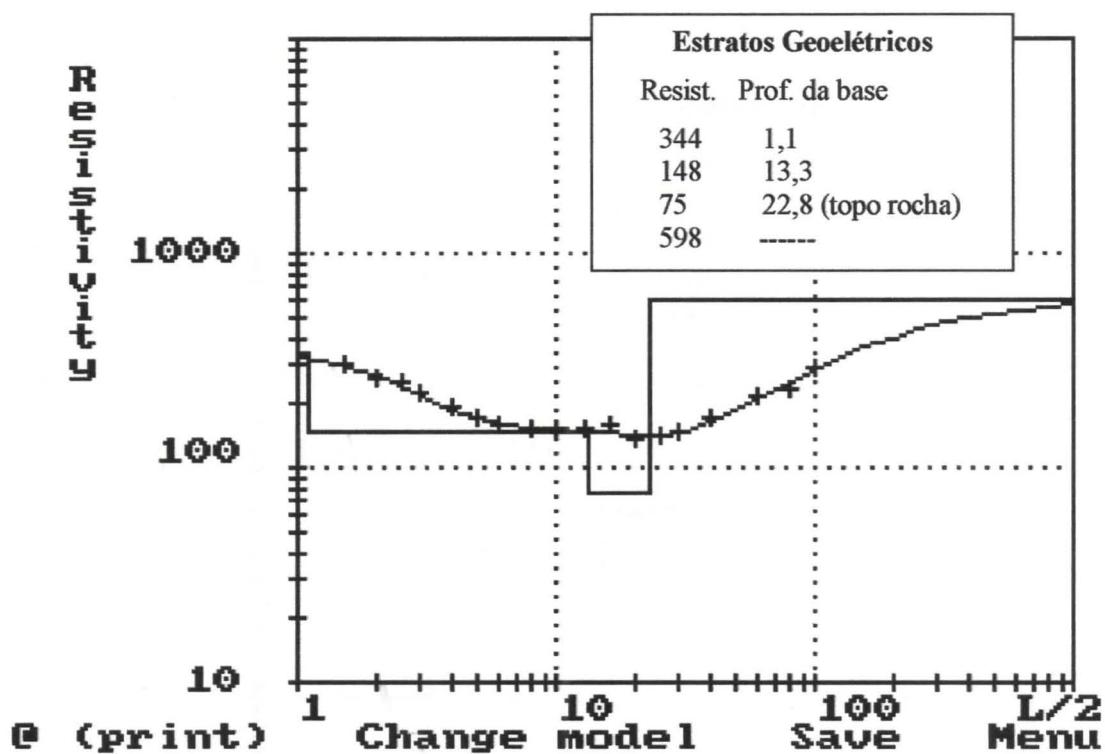
Linha 2-225



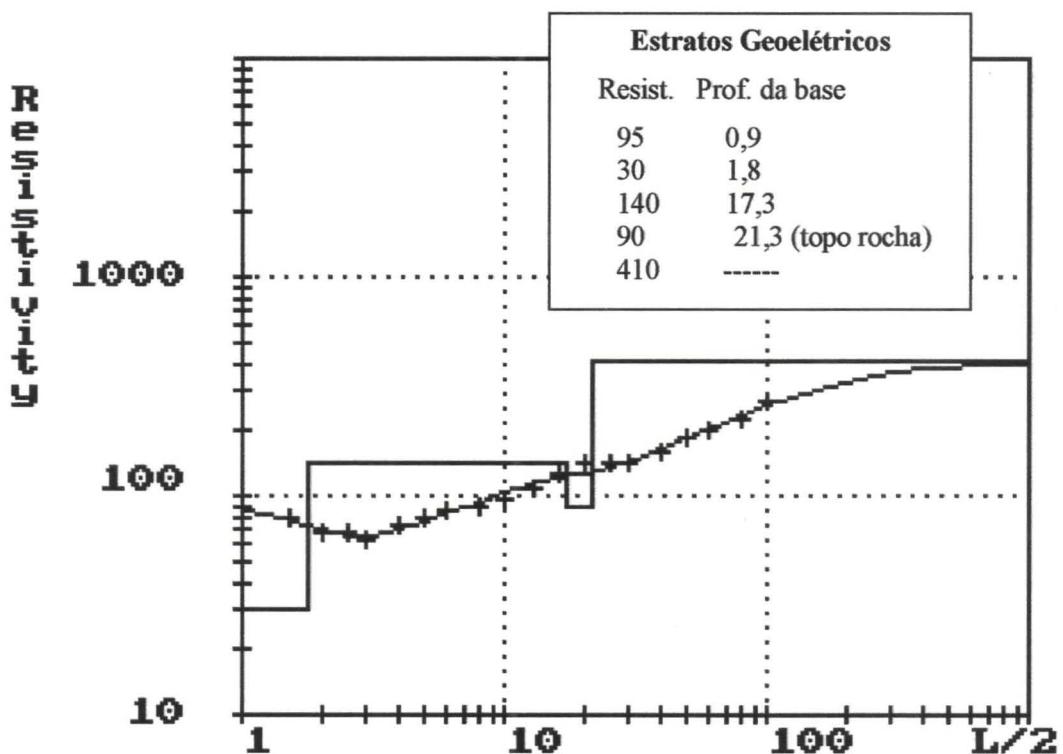
Linha 3-100



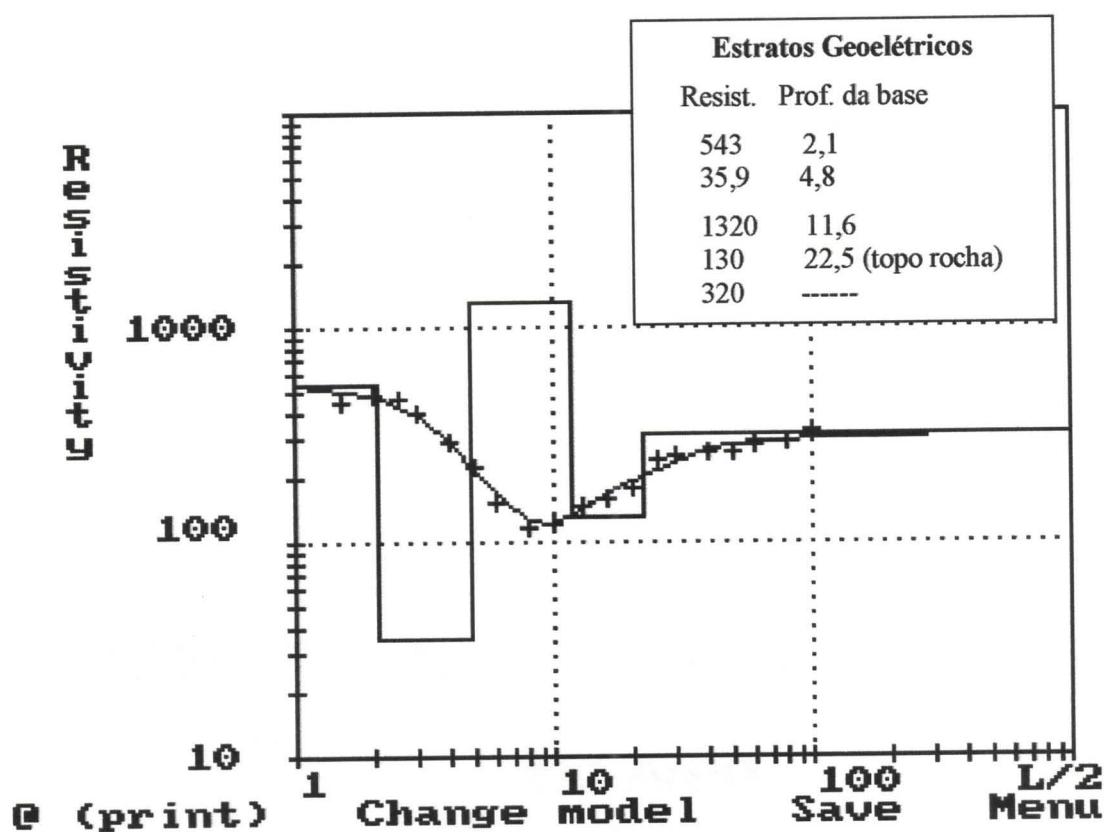
Linha 3-187,5



Linha 4-50



Linha 4-150



ANEXO 7 – Mapa da Superfície Rochosa da Área

Mapa da Superfície Rochosa da Área

IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE INERTES
PREFEITURA MUNICIPAL DE ATIBAIA/SP

