

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR E SANITÁRIA DO
CEMITÉRIO DOS JESUÍTAS SEGUNDO A RESOLUÇÃO
CONAMA 335 (MUNICÍPIO DE EMBU, REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO)**

Fabio Luiz Vieira de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/20)

SÃO PAULO
2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Avaliação ambiental preliminar e sanitária do Cemitério
dos Jesuítas segundo a resolução CONAMA 335
(Município de Embu, região metropolitana da São
Paulo)**

Fabio Luiz Vieira de Oliveira



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Pacheco

Prof. Dr. Fernando Saraiva

Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata

São Paulo

2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024338

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR E SANITÁRIA DO
CEMITÉRIO DOS JESUÍTAS SEGUNDO A RESOLUÇÃO
CONAMA 335 (MUNICÍPIO DE EMBU, REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO)**



Fabio Luiz Vieira de Oliveira

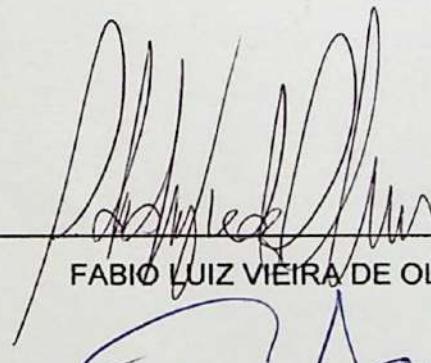
Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

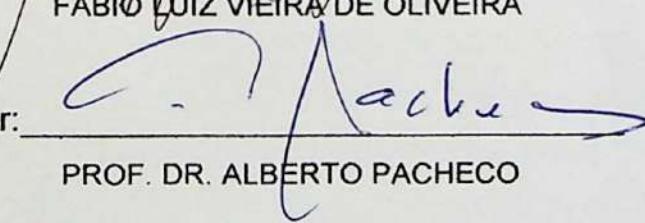
MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/20)

SÃO PAULO
2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR E SANITÁRIA DO
CEMITÉRIO DOS JESUÍTAS SEGUNDO A RESOLUÇÃO
CONAMA 335 (MUNICÍPIO DE EMBU, REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO)**

Aluno: 
FABIO LUIZ VIEIRA DE OLIVEIRA

Orientador: 
PROF. DR. ALBERTO PACHECO

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/20)

SÃO PAULO
2006

À minha mãe Sonia e ao meu
pai Waldek com todo amor do
mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alberto Pacheco, por tornar a minha vida acadêmica mais ampla, e ensinar o verdadeiro sentido das ciências naturais: a interdisciplinaridade. Sou muito grato pelos conselhos e horas dedicadas.

Ao Prof. Dr. José Domingos Faraco Gallas, pela orientação sempre amistosa sobre os estudos de geofísica aplicada.

Ao mestre Fernando Saraiva, pela indicação dos locais para a aplicação da geofísica e por estar sempre disposto a ajudar.

Ao Paulinho, técnico do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (CEPAS), pelo auxílio e empenho durante a aplicação dos métodos de geofísica e pela amizade conquistada.

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Geociências, por serem sempre prestativos, em especial à "Estela", por sua simpatia e dedicação.

Aos amigos Rodrigo A. Montagnoli, Adriano Azevedo, André R. Calado e Maurício O. S. Neto, pelo auxílio na aplicação da geofísica e por tornarem os dias melhores durante o curso.

Aos amigos Fabio Aurélio Madeira, Leandro C. Ollita, Frederico Marques de Andres, Gabriel Zorzi, Gustavo Alonso, por compartilharem as mesmas dificuldades durante a graduação, e a todos que ajudaram direta ou indiretamente de alguma forma.

Aos funcionários do Serviço Funerário do Município de Embu, em especial aos administradores, Mônica e Alexandre, pela colaboração e franqueza.

À Universidade de São Paulo, através do Instituto de Geociências, pela infra-estrutura posta à disposição durante esse ano em especial.

Ao meu primo Gabriel Tatajuba Roberto, pela revisão do texto e pela paciência durante esse ano, ao meu irmão João Ricardo Vieira de Oliveira, por aguçar o meu espírito crítico, e à minha querida amiga e companheira Priscila Fujimori Okabayashi, pelo apoio e compreensão nessa etapa de nossas vidas.

E finalmente à minha querida mãe Sonia Vieira de Oliveira, pelo amor e dedicação e acima de tudo me permitir sonhar, ousar e realizar, e ao meu pai, Waldek Antônio de Oliveira, pela generosidade e empenho. Sou muito grato por vocês serem o verdadeiro alicerce da minha vida!

"Um grande futuro! Enquanto esta palavra me batia no ouvido, devolia eu os olhos, ao longe, no horizonte misterioso e vago".

(Memórias Póstumas de Brás Cubas – Machado de Assis).

"... Mas o que a cidade mais deteriora no homem é a Inteligência, porque ou lha arregimenta dentro da banalidade ou lha empurra para a extravagância".

(A Cidade e as Serras – Eça de Queirós).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CONCEITUAÇÃO.....	2
3. OBJETIVO.....	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1 Cemitérios e meio ambiente.....	5
4.2 Fenômenos transformativos do cadáver.....	7
4.3 O liqüame funerário.....	8
4.4 Doenças de veiculação hídrica.....	10
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
5.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária.....	12
5.2 Técnicas geofísicas de investigação.....	13
6. ÁREA DE ESTUDO.....	16
6.1 Localização, acesso e área.....	16
6.2 Histórico.....	19
6.3 Geologia.....	21
6.4 Geomorfologia.....	23
6.5 Solos.....	24
6.6 Bacia hidrográfica.....	25
6.7 Águas subterrâneas.....	26
7. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	28
7.1 Cronograma de atividades.....	28
7.2 Atividades realizadas.....	28
7.3 Dificuldades encontradas.....	30
8. RESULTADOS.....	31
8.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária.....	31
8.1.1 Geologia.....	32
8.1.2 Contexto Hidrogeológico.....	33
8.1.3 Macro e microdrenagem.....	33
8.1.4 Características geomorfológicas/geotécnicas.....	35
8.1.5 Aspectos gerais da necrópole.....	37

8.2 Técnicas geofísicas de investigação.....	45
8.2.1 Sondagem elétrica vertical.....	46
8.2.2 Caminhamento eletromagnético.....	49
9. DISCUSSÃO.....	52
9.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária.....	52
9.2 Técnicas geofísicas de investigação.....	53
10. LEGISLAÇÃO.....	55
10.1 Âmbito Federal.....	55
10.2 Âmbito Estadual.....	55
11. CONCLUSÕES.....	57
12. RECOMENDAÇÕES.....	58
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXO 1: LEGISLAÇÃO.....	1-A
ANEXO 2: FICHA CADASTRAL DE ÁREAS CONTAMINADAS – 5101.....	14-A
ANEXO 3: SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICais E CAMINHAMENTOS ELETROMAGNÉTICOS.....	26-A

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Fórmula estrutural plana das diaminas encontradas no necrochorume.....	9
Figura 5.1 Apresenta um fluxograma que mostra a seqüência dos procedimentos da avaliação preliminar.....	13
Figura 5.2 Execução de uma sondagem elétrica vertical.....	14
Figura 5.3 Execução do EM-34, receptor.....	15
Figura 5.4 Execução do EM-34, transmissor.....	16
Figura 6.1 Localização do Cemitério dos Jesuítas.....	17
Figura 6.2 Imagem digital do Cemitério dos Jesuítas.....	18
Figura 6.3 Detalhe de um jazigo em construção.....	19
Figura 6.4 Número percentual por causa de óbito no município de Embu.....	20
Figura 6.5 Mapa geológico mostrando a área de estudo.....	22
Figura 6.6 Aspectos geomorfológicos da área de influência tomados por intensa densidade urbana.....	23
Figura 6.7 Perfil de solo de alteração.....	24
Figura 6.8 Limites da Sub-bacia do Rio Pirajussara.....	26
Figura 7.1 Planta de locação das SEVs e dos EM-34.....	30
Figura 8.1 Feições migmatíticas marcadas pela caulinita (branco) e por alteração da biotita (?) (bandas violeta) em barranco escavado.....	32
Figura 8.2 Sinalização das obras do Programa de Recuperação Urbana e Ambiental..	34
Figura 8.3 Vista do Córrego Joaquim Cachoeira à jusante do Cemitério dos Jesuítas..	34
Figura 8.4 Declividades estimadas no interior da necrópole.....	35
Figura 8.5 Processos erosivos na porção de maior declividade.....	36
Figura 8.6 Vista da vertente voltada para o Córrego Joaquim Cachoeira.....	36
Figura 8.7 Sepulturas ao nível do chão cobertas por tapetes de grama.....	37
Figura 8.8 Vista do acesso principal ao Cemitério dos Jesuítas.....	38
Figura 8.9 Vista do recuo no interior do cemitério (ao fundo) e da caçamba da ENOB®.....	39
Figura 8.10 Aspecto insalubre dos resíduos funerários.....	39
Figura 8.11 Vista do recuo no muro da Avenida Rotary.....	40
Figura 8.12 Vista do barranco na Avenida Rotary.....	41
Figura 8.13 Prática de depuração de uma sepultura.....	42
Figura 8.14 Área de sepultamentos irregulares junto ao muro do cemitério.....	43
Figura 8.15 Ossário com aspecto de cisterna.....	44
Figura 8.16 Columbários sem projeto adequado de engenharia.....	44

Figura 8.17 Gráfico bi-logaritimico da SEV-1.....	46
Figura 8.18 Gráfico bi-logaritimico da SEV-2.....	47
Figura 8.19 Gráfico bi-logaritimico da SEV-3.....	48
Figura 8.20 Mapa potenciométrico e bloco diagrama 3D.....	49
Figura 8.21 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [1].....	50
Figura 8.22 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [2].....	50
Figura 8.23 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [3].....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 Agentes causadores de doenças por veiculação hídrica em humanos.....	11
Tabela 7.1 Cronograma de atividades.....	28
Tabela 7.2 Data, localização e cota das sondagens elétricas verticais.....	29
Tabela 7.3 Data e comprimento dos caminhamentos eletromagnéticos.....	29
Tabela 8.1 Modelo conceitual 1 da área.....	45
Tabela 8.2 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-1.....	46
Tabela 8.3 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-2.....	47
Tabela 8.4 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-3.....	48

RESUMO

Os cemitérios são laboratórios de decomposição ou putrefação de matéria orgânica, cujas etapas dependem de fatores intrínsecos e extrínsecos ao corpo morto. Durante a putrefação, no período coliquativo ou humoroso, com duração de um ou mais anos, caracterizado pela dissolução gradual dos tecidos celulares e consequente liquefação dos tecidos, formam-se líquidos designados por liquame funerário ou putrilagem.

Esses líquidos gerados podem contaminar os solos, as águas superficiais e subterrâneas. Diante dessa problemática foi realizada uma avaliação ambiental preliminar e sanitária no Cemitério dos Jesuítas, localizado em terrenos pré-cambrianos no município de Embu, região metropolitana de São Paulo.

A vulnerabilidade da área está relacionada principalmente ao contexto geológico e hidrogeológico do *site*. Desta forma, durante a avaliação ambiental foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo das condições naturais do meio. Foram aplicados os métodos geofísicos de investigação, com o objetivo de determinar características não obtidas durante a fase de inventário, servindo como um método auxiliar mesmo em uma avaliação ambiental preliminar.

A avaliação ambiental preliminar à luz da Resolução CONAMA 335 de 03 de abril de 2003 listou uma série de problemas de ordem técnica no cemitério avaliado, permitindo diagnosticar o *site* como uma área suspeita de contaminação. Diante disso foram feitas recomendações para os empreendedores da necrópole com intuito de auxiliá-los na adequação do Cemitério dos Jesuítas perante às autoridades ambientais.

ABSTRACT

Cemeteries are laboratories of decomposition or putrefaction of organic matter processes with stages depending on intrinsic and extrinsic factors to the dead bodies. During the putrefaction, in the colliquative period, a period of one or more years, characterized by the gradual dissolution and consequent liquefaction of cellular tissues, some liquids are generated and they are called funerary liquids.

These generated liquids can contaminate soils, superficial water and ground water. All these problems motivated one preliminary environmental site assessment in the Cemitério dos Jesuítas, located in pre-Cambrian terrains, in the city of Embu, in the metropolitan area of São Paulo.

The vulnerability of the area is related mainly to the geologic and hydrogeologic settings of the site. Therefore, during the environmental assessment bibliographical surveys were performed and field parameters were evaluated. Geophysical methods were applied, aiming at determining those characteristics, which could not be assessed during the bibliographic survey, being an auxiliary method in the preliminary environmental assessment.

The preliminary environmental assessment, performed according to Resolution CONAMA 335 of 03 of April of 2003 identified several problems in the cemetery and diagnosed the site as a suspected contaminated area. Consequently, recommendations were presented to the entrepreneurs of the necropolis in order to assist them in the remediation of the Cemitério dos Jesuítas according to environmental regulations.

ABSTRACT

Cemeteries are laboratories of decomposition or putrefaction of organic matter processes with stages depending on intrinsic and extrinsic factors to the dead bodies. During the putrefaction, in the colliquative period, a period of one or more years, characterized by the gradual dissolution and consequent liquefaction of cellular tissues, some liquids are generated and they are called funerary liquids.

These generated liquids can contaminate soils, superficial water and ground water. All these problems motivated one preliminary environmental site assessment in the Cemitério dos Jesuítas, located in pre-Cambrian terrains, in the city of Embu, in the metropolitan area of São Paulo.

The vulnerability of the area is related mainly to the geologic and hydrogeologic settings of the site. Therefore, during the environmental assessment bibliographical surveys were performed and field parameters were evaluated. Geophysical methods were applied, aiming at determining those characteristics, which could not be assessed during the bibliographic survey, being an auxiliary method in the preliminary environmental assessment.

The preliminary environmental assessment, performed according to Resolution CONAMA 335 of 03 of April of 2003 identified several problems in the cemetery and diagnosed the site as a suspected contaminated area. Consequently, recommendations were presented to the entrepreneurs of the necropolis in order to assist them in the remediation of the Cemitério dos Jesuítas according to environmental regulations.

1. INTRODUÇÃO

Os cemitérios sempre foram vistos como locais sagrados e por isso intocáveis. Com essa cultura fez-se acreditar que os cemitérios não eram capazes de causar impactos ao ambiente. Atualmente, esta visão tem mudado e estudos recentes mostram que os cemitérios podem trazer prejuízos ao ambiente com implicações à saúde pública.

Dentre os principais problemas que os cemitérios podem causar destaca-se a contaminação dos recursos hídricos, em especial, os subterrâneos, pois os líquidos gerados na decomposição de um corpo morto (liqüame funerário ou putrilagem) podem conter agentes infecciosos (bactérias e vírus) com capacidade de migração em solos vulneráveis, pondo em risco a saúde pública no entorno das necrópoles.

A visão de que os cemitérios são verdadeiros laboratórios de decomposição (Pacheco, 2005) tem alertado para que muitas outras pesquisas na área sejam elaboradas, sendo a preocupação maior, a proteção das águas superficiais e subterrâneas e, por conseguinte, da saúde humana.

A falta de cuidados com o meio ambiente gera a deterioração da qualidade da vida humana. Hipócrates (séc. V e VI a.C.) com a sua visão médica da natureza, *vix medicatrix naturae*, já salientava para o cuidado que os homens deviam ter com a proveniência das águas e suas características físicas. Além de dizer que a saúde estava relacionada com o meio onde a população estivesse assentada, considerando todos os fatores ambientais locais.

Desta forma, os cemitérios são um risco potencial para o ambiente, como os aterros sanitários, industriais e outros. Esse risco é controlável através de projetos de implantação adequados, onde os aspectos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos devem ser considerados.

Para o projeto de pesquisa foi escolhido o Cemitério dos Jesuítas no município de Embu na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), por ser um cemitério municipal bastante utilizado pelo Serviço Funerário e estar localizado em zona com densa população e rica em recursos hídricos (Sub-bacia do Rio Pirajussara).

Foi realizada uma avaliação ambiental preliminar e sanitária, onde se observou, através da análise documental, das inspeções de campo e dos estudos de geofísica, a suspeita de contaminação da área.

2. CONCEITUAÇÃO

Avaliação Ambiental Preliminar

A Avaliação Ambiental Preliminar (AAP) é um documento que registra o diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas (APs) ou suspeitas de contaminação (AS) e que é possível ser realizado através de levantamento de informações disponíveis sobre cada uma das áreas identificadas e do reconhecimento das mesmas através de inspeções de campo (Cetesb, 2006).

Avaliação Sanitária

A Avaliação Sanitária é uma análise crítica das condições de saúde ou de higiene estabelecidas no empreendimento, no que tange ao sepultamento, exumação e destino dos resíduos funerários, bem como das práticas de higiene pessoal dos funcionários.

Cemitério

Do grego *koimetérion*, "dormitório", pelo latim *coemeteriu*. Sm. Recinto onde se enterram e guardam os mortos. Sinônimos: necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés-juntos e última morada (Aurélio, 1999). De acordo com Art. 2º da Resolução CONAMA 335, cemitério é a área destinada a sepultamentos e compreende os cemitérios horizontais e verticais.

Contaminação Ambiental

Processo de transmissão do agente infeccioso no qual este, em virtude da capacidade de desenvolver formas de resistência, permanece por tempo prolongado no meio extra-orgânico e, assim, contaminando o ambiente.

Impacto Ambiental

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, o conceito é definido como: qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do

meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais. (Art. 1º da Resolução 001/86 do CONAMA).

O conceito de impacto ambiental, definido na Resolução CONAMA 001/86, inclui a medição dos efeitos negativos gerados pelos empreendimentos sobre os componentes bióticos e abióticos, sociais, econômicos e culturais, não se resumindo às alterações relacionadas às características físicas, químicas ou bióticas que constituem o ambiente (Philippi Jr., 2005).

Meio Ambiente

Conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas (Art. 3º. da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente).

Métodos de investigação geofísica

São técnicas indiretas de investigação das estruturas de subsuperfície através da aquisição e interpretação de dados instrumentais, caracterizando-se como métodos não invasivos ou não destrutivos. Permitem avaliar as condições geológicas locais através de contrastes das propriedades físicas dos materiais de subsuperfície, que podem ter como origem as diferenciações litológicas e outras heterogeneidades naturais ou não (Cetesb, 2006).

Poluição

Termo genérico utilizado para designar a problemática resultante da presença e ação de determinantes físico-químicos de origem antrópica.

Saúde Pública

A OMS define saúde pública como a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população (Philippi Jr., 2005).

Saúde pública é uma atividade social que tem como objetivo promover e preservar a saúde da população, utilizando-se principalmente dos conhecimentos adquiridos pelo estudo dos determinantes exógenos da doença ou agravos.

3. OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi fazer uma Avaliação Ambiental Preliminar (AAP) e Sanitária no Cemitério dos Jesuítas situado no município de Embu, de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução 335, de 03/04/2003 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Cemitérios e meio ambiente

A prática de sepultamentos no Brasil inicia-se com a cultura cristã trazida pelos portugueses que costumavam enterrar os mortos mais nobres no interior das igrejas e a população comum no entorno das mesmas. As cidades coloniais do Estado de Minas Gerais foram as que mais se destacaram nessa prática, tendo como exemplo mais expressivo a cidade de Ouro Preto.

Segundo Pacheco (2000), desde o fim do século XVIII os médicos brasileiros já tinham consciência das consequências para a saúde das populações devido aos enterramentos em igrejas.

Para os médicos, a localização correta das necrópoles seria fora das cidades em locais mais altos, longe dos corpos d'água, em terrenos aerados, onde os ventos não convergissem para a cidade (Reis, 1991 *apud* Pacheco, 2000). Os primeiros cemitérios horizontais públicos foram erigidos no fim do século XIX sendo o melhor exemplo o Cemitério da Consolação, a primeira necrópole do Município de São Paulo, localizada distante do centro da cidade, no "caminho para Sorocaba", longe dos vivos por questões sanitárias.

Com o crescente aumento das populações as cidades começaram a englobar as necrópoles e os vivos passaram a conviver com a morte em seu estado mais impactante: o psicológico. Em termos ambientais e sanitários, estes empreendimentos sempre foram inacessíveis à pesquisa científica e muitos acreditavam que a decomposição do corpo sepultado não contaminava as águas subterrâneas.

No entanto, Bergamo (1954) *apud* Matos (2001), defendeu a necessidade de estudos geológicos e sanitários das áreas de cemitérios e a observação das possibilidades de contaminação das águas subterrâneas e de superfície. Pacheco em sua tese defendida no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, em 1984, preocupa-se com o risco potencial dos cemitérios para as águas subterrâneas.

Ainda Pacheco, posteriormente, em 1986, através do trabalho "Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento", chama a atenção para o risco potencial dos cemitérios no tocante às águas de abastecimento. Esta pesquisa representa o começo de uma série de investigações sobre o tema "Cemitério e Meio Ambiente", tendo como desdobramentos, discussões, eventos e o disciplinamento de diretrizes para a implantação de cemitérios, a Norma L1040/88 (Cetesb), revisada e publicada em 1999.

Ottmann (1987) *apud* Pacheco (2000), através de um extenso trabalho faz considerações de caráter geológico, legislativo e regulamentar acerca da implantação e

gestão de cemitérios na França. Evidencia a necessidade do geólogo na elaboração de projetos sobre cemitérios, cuja atuação é de suma importância para a proteção do meio ambiente, principalmente das águas subterrâneas e de superfície.

Migliorini (1994), em sua dissertação de mestrado, mostra a contaminação físico-química e química das águas subterrâneas do cemitério paulista de Vila Formosa, constatando altas concentrações de nitrogênio em diferentes estados de oxidação e metais, como manganês, cromo total, ferro, prata e alumínio.

Em Junho de 1995 ocorre o "Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente", organizado pelas entidades particulares que trabalham com cemitérios. Este encontro refletiu o interesse das entidades sobre a problemática da contaminação das águas subterrâneas.

Devido às pesquisas que mostraram casos de contaminação de águas subterrâneas por cemitérios na Alemanha, Portugal, Brasil e África do Sul, a Organização Mundial da Saúde (OMS), solicitou no final da década de 1990, aos seus escritórios em Copenhague, na Dinamarca, a elaboração de um relatório sobre as pesquisas já desenvolvidas sobre contaminação de solos e águas subterrâneas provenientes de cemitérios (WHO, 1998).

Aquele relatório mostrou que as pesquisas neste campo eram escassas, o que levou a OMS a solicitar mais investigações sobre os riscos de contaminação das águas subterrâneas e suas consequências para a saúde pública.

De acordo com as pesquisas que foram desenvolvidas até 2000, Pacheco disserta sobre a relação dos cemitérios com o meio ambiente fazendo uma sistematização crítica das pesquisas sobre "Cemitério e Meio Ambiente". Nessa obra atenta sobre a atuação do geólogo frente aos projetos de implantação ou ampliação de cemitérios e conclui que, "o sepultamento de um cadáver, seja ele humano ou animal não encerra a questão em termos ambientais e sanitários, se o procedimento não for adequado".

Assim, em 2003, o Conselho Nacional do Meio Ambiente presidido pela Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva aprova a Resolução 335, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios verticais e horizontais e ainda, a adequação dos já existentes. Aquela Resolução foi publicada no Diário Oficial (D.O.U.) em 28/05/2003.

Com essa Resolução a problemática ambiental dos cemitérios ganhou doutrinamento federal e o Licenciamento Ambiental passou a ser obrigatório tanto para os cemitérios a serem implantados como os já em operação, sendo que os últimos teriam apenas cento e oitenta dias a contar da data de publicação daquela Resolução. Com esse panorama houve muita relutância por parte dos administradores e muitos negligenciaram a imposição legal.

4.2 Fenômenos transformativos do cadáver

O corpo humano depois de morto está sujeito aos fenômenos transformativos destrutivos e conservadores.

Os fenômenos transformativos destrutivos são: a autólise, a putrefação que é dividida em períodos: cromático, enfisematoso ou gasoso, coliquativo e esqueletização (Fávero, 1980 *apud* Pacheco, 2000) e a maceração.

Porém, sob certas condições naturais, podem ocorrer fenômenos transformativos conservadores, como a saponificação e a mumificação (Pacheco & Batello, 2000 *apud* Matos, 2001). Outros fenômenos conservadores podem ocorrer, como a petrificação e a coreificação. Pacheco (2000) salienta que a questão dos corpos conservados tem sido discutida sob a égide da igreja, da medicina e da antropologia e que resta a opinião da geologia e suas consequentes explicações científicas.

A saponificação é um fenômeno cadavérico que ocorre com o sepultamento do corpo em ambiente muito umidade. De acordo com estas condições ambientais há inibição na atuação dos microorganismos que degradam matéria orgânica e assim, as estruturas moles do cadáver se transformam em sabões de baixa solubilidade (adipocera).

A adipocera é uma substância inicialmente de cor branco-amarelada, de consistência mole, com aspecto saponáceo ou de queijo, com cheiro fétido, rançoso. Com certo tempo essa substância passa a ter uma cor mais escura, amarelo-pardacenta, tornando-se seca, dura e friável.

O processo tem início por volta de dois meses após a inumação e se completa em torno de um ano. Segundo Matos (2001), a saponificação dos cadáveres se constitui num problema sério para a prática dos sepultamentos, por retardar a reutilização das sepulturas que deve ocorrer de três em três anos, segundo a prática na Região Metropolitana de São Paulo.

A mumificação natural é uma dessecação rápida dos tecidos e depende das condições em que o corpo seja enterrado. Essas condições são: ambiente muito seco, temperatura elevada e abundante ventilação. Segundo Fávero (1980) *apud* Pacheco (2000), a mumificação se relaciona à falta de umidade suficiente para permitir o desenvolvimento das legiões putrefativas.

De acordo com Pacheco (*op. cit.*), as temperaturas elevadas e os terrenos arenosos de regiões desérticas são propícios à mumificação. O mesmo autor diz que solos ricos em nitrato de potássio (KNO_3) podem induzir à mumificação devido à ação anti-séptica deste sal.

Em estudos sobre a influência dos fatores ambientais nos processos transformativos do cadáver pode-se notar que ocorre a mumificação mesmo em solos não propícios ao

fenômeno. Dorea (1995) apud Pacheco (2000), diz que a mumificação ocorre, também, em corpos que perderam grande massa líquida (hemorragias agudas) ou receberam substâncias inibidoras da proliferação microbiana (arsênico, estricnina, antimônio, aldeído fórmico e outros).

Para Pacheco (*op. cit.*), é interessante ressaltar que os funcionários das necrópoles explicam os fenômenos transformativos conservadores do cadáver (saponificação e mumificação) como decorrência da grande ingestão de antibióticos em vida.

A literatura médica não faz nenhuma alusão acerca do risco potencial dos corpos conservados em relação ao aquífero freático. Silva (1995) apud Pacheco (2000), diz que os fenômenos conservadores implicam aspectos estéticos negativos, impactos psicológicos e operacionais, além da contaminação potencial, principalmente, pela carga viral não neutralizada e sua possível percolação e disseminação através da pluma contaminante (liqüame funerário).

4.3 O liqüame funerário

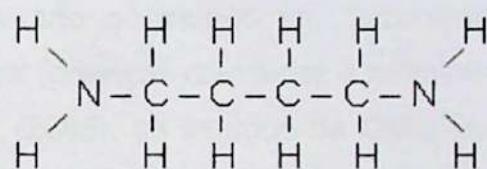
O corpo morto em decorrência dos fatores bióticos e abióticos sofre transformações que podem ser destrutivas ou conservadoras. As transformações destrutivas são aquelas que ocorrem sem a interferência negativa do meio nas legiões putrefativas e fauna cadavérica levando o corpo à putrefação.

Durante a putrefação, no período coliqüativo, ocorre a destruição dos tecidos moles do cadáver por ação das bactérias e enzimas, resultando na dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais com liberação de fortes odores (Matos, 2001). O odor é causado pelos compostos nitrogenados e pelas mercaptanas que são substâncias que contêm sulfeto de hidrogênio (H_2S) ligado a carbono saturado (Pounder, 1995 *apud* Matos, 2001).

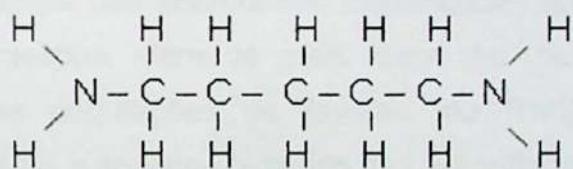
Os líquidos gerados no período coliqüativo são chamados de liqüame funerário, produto da coliqüação (CONAMA, 2003) ou necrochorume, por analogia com o chorume, que é o líquido proveniente da decomposição dos resíduos domésticos dispostos em aterros sanitários e lixões.

A quantidade lixiviada proveniente dos cadáveres varia em função do seu peso. A sua determinação é muito difícil, pois durante o processo putrefativo se formam grandes quantidades de produtos, alguns dos quais voláteis. Uma estimativa dos produtos finais teóricos da putrefação foi apresentada por De la Cuesta (1986), médico tanatólogo da Comunidade de Madrid, baseado nas massas iniciais e finais da matéria orgânica de um cadáver, onde se observou que um cadáver com 70 kg poderia gerar um total de 45,5 kg de liqüame funerário.

Segundo Silva (1995) *apud* Pacheco (2000), o necrochorume é mais viscoso do que a água, tem cor acinzentada a acastanhada, cheiro acre e fétido. A densidade média desse líquido é de 1,23 g/cm³ sendo constituído por água (60%), sais minerais (30%) e substâncias orgânicas degradáveis (10%). Para Smith *et al.* (1983) *apud* Migliorini (1994), a decomposição das substâncias orgânicas presentes no liqüame funerário pode produzir diaminas (**Figura 4.1**) como a putrescina (1,4 - butanodiamina) e a cadaverina (1,5 - pentanodiamina) que podem se degradar gerando o íon amônio (NH₄⁺).



1,4 - BUTANODIAMINA



1,5 - PENTANODIAMINA

Fonte: Oliveira (2006).

Figura 4.1 Fórmula estrutural plana das diaminas encontradas no necrochorume.

Estas duas substâncias são dois venenos bastante tóxicos. Pacheco (2000) descreve que na Idade Média existia a prática comum da destilação de cadáveres para a obtenção de tais venenos, que por vezes eram combinados com sais de chumbo para potencializá-los. Silva (1998) *apud* Pacheco (2000), avaliou a toxicidade do necrochorume em solução aquosa a 30%, a 25 °C em ratos a fim de determinar o índice "LD50 oral" concluindo que o LD50 é de 56,00 mg/kg.

Devido à concentração de matéria orgânica no liqüame funerário propiciando condições ótimas de nutrientes, estes podem abrigar organismos patogênicos (bactérias e vírus) que poderão ser transportados pelo fluxo hídrico. Quando se compara a toxicidade com a patogenicidade do necrochorume, as opiniões dos especialistas são unânimes que o potencial patogênico é maior que o potencial tóxico.

4.4 Doenças de veiculação hídrica

A água é responsável pela manutenção da vida. As células de todos os organismos vivos necessitam da água para os processos bioquímicos vitais e cabe ressaltar que um ser humano é constituído por cerca de 70% de água.

Para que as populações vivam com saúde é preciso que a água utilizada seja de boa qualidade e isso depende de políticas públicas eficientes. No entanto, a realidade mundial demonstra que a aplicação dessas políticas está muito aquém do desejado, pois segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 4,6 milhões de crianças com até 5 anos de idade morrem por ano no mundo em decorrência de doenças relacionadas à ingestão de água não potável (doenças diarréicas e helmintíases).

Segundo Philippi Jr. (2005), os estudos da OMS em 1990, considerando os dados epidemiológicos de todos os países, indicaram que para cada óbito por doenças diarréicas houve 303 episódios ou pessoas infectadas. Já para as helmintíases essa relação foi de um óbito para 15 mil pessoas infectadas (WHO, 1995 *apud* Philippi Jr., 2005).

No Brasil, a existência das acentuadas disparidades sociais, sejam elas regionais, como a população nordestina vitimada pela seca ou pela água não potável; ou microrregionais, como as populações de favelas, na RMSP, vivendo em péssimas condições sanitárias, indicam o descaso histórico das autoridades.

As doenças relacionadas à água são: de origem hídrica ou veiculadas pela água. A primeira está associada à presença de elementos químicos, em concentrações superiores à permitida para o consumo humano. A presença destes elementos está relacionada às transformações que ocorrem no ciclo hidrológico. Na segunda, tem-se a água como transportadora de agentes patogênicos.

Em cemitérios, verdadeiros locais de concentração de microorganismos, devido à decomposição dos cadáveres, a água pode agir como transportadora de agentes patogênicos, tais como bactérias e vírus. Estes organismos estão sempre presentes nos corpos em decomposição e podem ser transportados para as águas subterrâneas. Caso a água contaminada seja captada por poços para consumo humano, o indivíduo que fizer uso dela será infectado.

As doenças de veiculação hídrica causam distúrbios gastroenterológicos, tais como cólicas e diarréias severas. Essas doenças podem levar o indivíduo à morte, sendo que as crianças e idosos são mais vulneráveis às infecções. As doenças mais comuns são a febre tifóide, paratifóide, cólera, leptospirose e hepatite tipo A. Na **Tabela 4.1** são apresentados alguns tipos de organismos encontrados nas águas, as características comuns e as doenças relacionadas.

Tipo	Características e doenças relacionadas
Protozoários	
<i>Cryptosporidium</i>	Resistência à cloração. Causa gastroenterite.
<i>Entamoeba histolytica</i>	Locomoção e alimentação por pseudópodes. Causa amebíase.
<i>Giárdia lamblia</i>	Apresenta simetria bilateral. Causa gastroenterite.
Bactérias	
<i>Escherichia coli</i> (enteropatogênica)	Bacilo reto, gram-negativo, anaeróbio facultativo, pode provocar diarréia e dores abdominais.
<i>Legionella pneumophila</i>	Bacilo, gram-negativo, aeróbio, pode provocar pneumonia e febre.
<i>Leptospira interrogans</i>	Célula helicoidal flexível, gram-negativo, aeróbio. Causa leptospirose.
<i>Salmonella typhi</i>	Gram-negativo, anaeróbio facultativo. Causa febre tifóide ou tifo.
<i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella sonnei</i>	Bacilo reto, anaeróbio facultativo, gram-negativo. Causa febre, gastroenterite, disenteria.
<i>Vibrio cholerae</i>	Bacilo reto ou curvo, gram-negativo, anaeróbio facultativo. Causa cólera.
Vírus	
<i>Adenovírus</i>	Resistente ao ambiente. Provoca infecções respiratórias.
<i>Norwalk</i>	Icosaedral; é inativado na faixa de pH 3-5. Pode causar gastroenterite, vômito e diarréia.
<i>Coxsackie humano</i>	Família <i>Picornaviridae</i> : Icosaedral, algumas espécies são instáveis em pH<7. Podem provocar doenças respiratórias, meningite viral e miocardite.
<i>Echo humano</i>	Doenças associadas, sinais e sintomas: meningite viral, doenças respiratórias, erupções cutâneas, diarréia e febre.
<i>Hepatite tipo A</i>	Muito estável, resistente em meio ácido e em elevada temperatura. Provoca hepatite e gastroenterite.
<i>Poliovírus humano 1, 2, 3</i>	Doenças associadas, sinais e sintomas: poliomielite, meningite, paralisia e febre.
<i>Reovírus 1, 2, 3</i>	Icosaedral, mas muitos apresentam a forma esférica. Relativamente estáveis. Doenças associadas; infecções do trato respiratório superior; enterite em crianças e neonatos.
<i>Rotavírus grupo B</i>	Icosaedral, estável até o pH=3,0 e relativamente estável ao calor. Provoca gastroenterite.

Fonte: Adaptado de OMS (1979); Keswick (1984); ICTV (1984); Madigan *et al.* (1997) *apud* Matos (2001).

Tabela 4.1 Agentes causadores de doenças por veiculação hídrica em humanos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

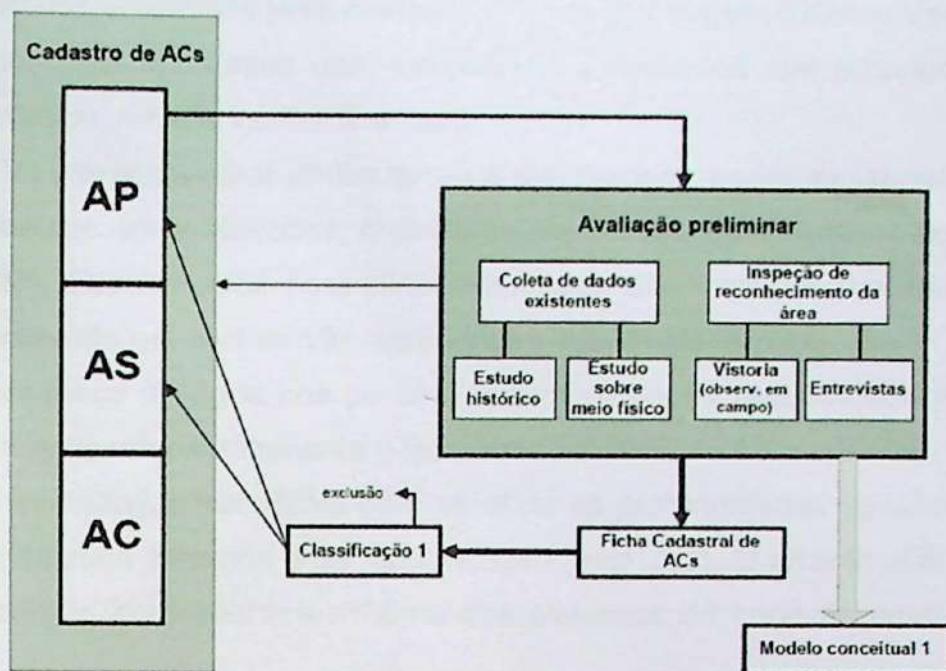
Para alcançar o objetivo proposto pela "Avaliação Ambiental Preliminar (AAP) e Sanitária do Cemitério dos Jesuítas", foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo. As duas etapas se pautaram, preponderantemente, nas instruções legais do CONAMA (**Anexo 1**) e tiveram auxílio de outras diretrizes complementares, como a Norma Técnica L1040 (**Anexo 1**) e o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, ambos da CETESB, além do Código Sanitário Estadual da Secretaria de Estado da Saúde. A etapa de campo teve como método auxiliar a investigação geofísica, através das sondagens elétricas verticais e dos caminhamentos eletromagnéticos.

5.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária

A parte do estudo, Avaliação Ambiental Preliminar (AAP) se alicerçou, basicamente, no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB, uma vez que, é este o órgão estadual disciplinador do gerenciamento ambiental. Esse manual determina como prioridade para uma AAP: (1) levantamentos das informações disponíveis acerca da área e (2) reconhecimento da mesma através de inspeções de campo.

O objetivo da AAP foi a realização de um diagnóstico inicial da fonte potencial de contaminação, ou seja, o Cemitério dos Jesuítas, em que visou documentar a existência de evidências ou fatos que indicassem a contaminação da área avaliada classificando-a como área potencialmente contaminada (AP) ou área suspeita de contaminação (AS). A **Figura 5.1** apresenta um fluxograma que mostra a seqüência dos procedimentos da avaliação ambiental preliminar.

Durante a AAP realizou-se, concomitantemente, a avaliação sanitária da necrópole, onde foram observados os critérios definidos pela Resolução 335 do CONAMA, que é o órgão federal responsável pela gestão ambiental, pela Norma L1040 da CETESB e também, pelo Código Sanitário Estadual de São Paulo.



Fonte: Cetesb (2006).

Figura 5.1 Apresenta um fluxograma que mostra a seqüência dos procedimentos da avaliação preliminar.

De acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB, as atividades de campo visam reconhecer a área, confrontando os dados bibliográficos com os obtidos nas inspeções de campo. Nessa etapa, houve o ensejo de se observar ainda as características físicas e o manejo da necrópole, como as práticas funerárias (tipo de sepultamento) e os aspectos sanitários no interior da área (sepultamento, exumação, limpeza e destino dos resíduos funerários).

Além da caderneta de campo para as observações do meio físico foi usado o modelo de ficha cadastral de áreas contaminadas, Cetesb 5101 (**Anexo 2**), onde as questões foram elaboradas para definir se existem fontes suspeitas representativas de contaminação, além de poder identificar os possíveis meios de propagação dos contaminantes na área e adjacências (Modelo Conceitual 1).

5.2 Técnicas geofísicas de investigação

A última etapa do projeto se alicerçou no uso de técnicas geofísicas de investigação, devido aos resultados imediatos, de fácil reconhecimento e de custo relativamente baixo. A realização de levantamentos geofísicos teve como objetivo a definição das feições geológicas e hidrogeológicas do local investigado, bem como a possível indicação da presença de contaminação subterrânea.

Os métodos escolhidos para o estudo foram a Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e o Eletromagnético (EM-34). Esses dois métodos são baseados nas propriedades elétricas dos materiais (solos, rochas, contaminantes).

As SEVs permitem obter dados sobre a resistividade aparente, através da diferença de potencial elétrico entre eletrodos, quando se faz circular uma corrente contínua no solo (Mendes, 1987). Essa técnica possibilita avaliações dos aspectos naturais do subsolo, porque, normalmente, as rochas sãs apresentam resistividade muito maior que as rochas alteradas; a presença de água nos poros e fissura diminui a resistividade do meio, assim como a presença de um contaminante o faz.

Foram executadas três SEVs para se obter as profundidades aproximadas da zona não-saturada, da zona saturada e do topo rochoso (*bed rock*). O arranjo utilizado nas SEVs foi o Schlumberger, com abertura máxima dos eletrodos de corrente contínua de 100 m (**Figura 5.2**).

Para a execução da SEVs foi usado o equipamento, resistivímetro ABEM® Terrameter System e um Booster SAS 2000 para a amplificação do sinal, eletrodos de corrente e de potencial, e bobinas de fios. Os dados obtidos em campo foram tratados pelo programa Schlumberger Automatic Analysis versão 0.92, com a definição do modelo geoelétrico e pelo Surfer v. 8.0 para a elaboração de um mapa potenciométrico e um bloco diagrama correlato.



Fonte: Calado & Oliveira (2006).

Figura 5.2 Execução de uma sondagem elétrica vertical.

O método eletromagnético se pauta na indução de campos eletromagnéticos horizontais e verticais. A resposta de um corpo condutor no subsolo à indução de um campo eletromagnético primário é a geração de um campo eletromagnético secundário, e o campo eletromagnético resultante é medido em uma bobina receptora (Kearey & Brooks, 1984 *apud* Matos, 2001). Este método permite medir a condutividade elétrica do subsolo.

Três EMs [34] (**Figuras 5.3 e 5.4**) foram realizadas na área interna junto ao muro do cemitério, no total de 730 m de percurso. Visou apontar anomalias de condutividade elétrica e associá-las à possível presença do contaminante no subsolo. A distância entre bobinas foi fixada em 10 m, permitindo uma profundidade de penetração de, aproximadamente, 15 metros com o campo eletromagnético vertical à superfície, e de 7,5 metros com o campo horizontal à superfície.

O equipamento usado foi um condutivímetro EM-34 Geonics Limited®, com bobinas transmissora (transmitter) e receptora (receiver). Os dados obtidos em campo foram tratados pelo programa Microsoft Office Excel 2003 e geraram perfis de condutividade aparente.



Fonte: Calado & Oliveira (2006).

Figura 5.3 Execução do EM-34, receptor.



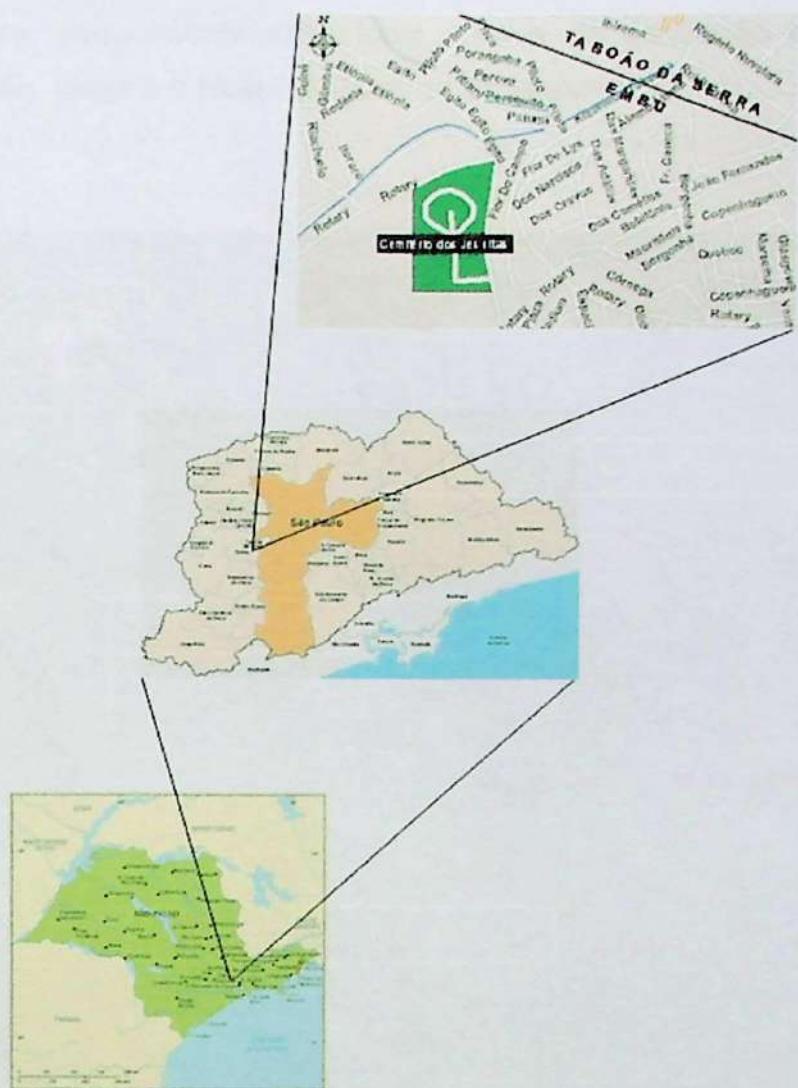
Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 5.4 Execução do EM-34, transmissor.

6. ÁREA DE ESTUDO

6.1 Localização, acesso e área

O Cemitério dos Jesuítas está localizado no bairro Jd. Flórida Novo, sub-região oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), nos limites entre os municípios de Embu e Taboão da Serra (UTM 23 K 0315450/7383875), distando 22 km do centro de São Paulo (**Figura 6.1**).



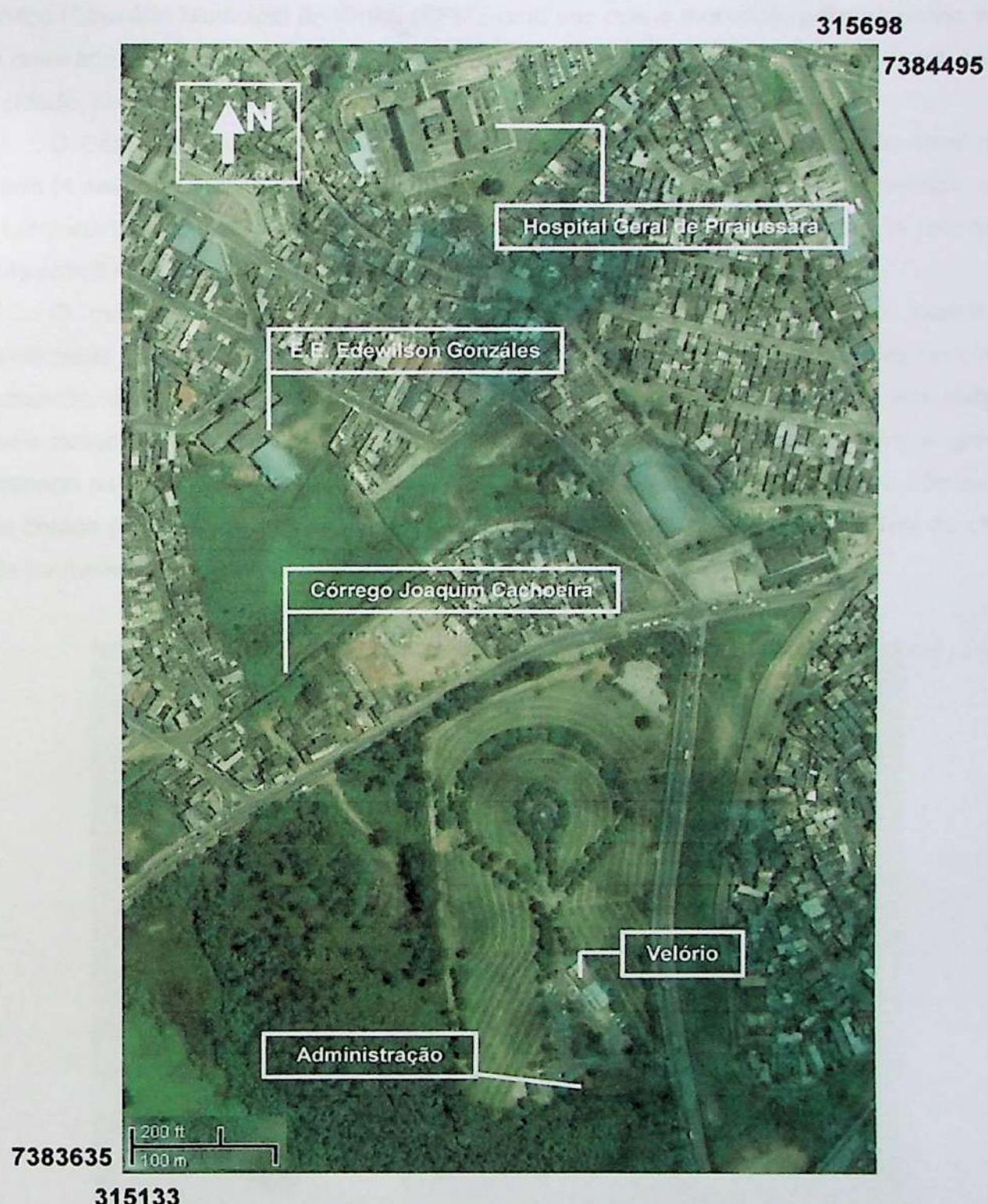
Fonte: Adaptado de Maplink e Guianet (2006).

Figura 6.1 Localização do Cemitério dos Jesuítas.

O acesso se dá, partindo do centro da cidade de São Paulo, pela Rua da Consolação, Avenida Rebouças, Avenida Professor Francisco Morato até o município de Taboão da Serra. Contornando o “piscinão” segue-se pela Avenida Jorge Amado, no centro de Taboão da Serra e em seguida pela Estrada do Campo Limpo. Daí em diante segue-se até o Largo do Campo Limpo, toma a Avenida Carlos Lacerda e então a Avenida Pirajussara-Valo Velho até a Avenida Rotary.

O cemitério está ativo desde 1982 e possui área de 48.600 m². É o mais usado pelo Serviço Funerário Municipal com cerca de 70 sepultamentos/mês. Localiza-se em uma região de intensa densidade populacional (Figura 6.2) e segundo SEADE (2006), a densidade demográfica do município de Embu é de 3.513,10 habitantes/km² com população estimada em 238.891 habitantes.

O entorno da área do projeto é, em sua maioria, constituído por residências com baixa infra-estrutura, pequeno comércio local, escola de educação infantil e de níveis fundamental e médio, igreja e o Hospital Geral de Pirajussara.



Fonte: Modificado de Europa Technologies Image – Digital Globe (2006). Coordenadas em UTM.

Figura 6.2 Imagem digital do Cemitério dos Jesuitas.

6.2 Histórico

O Cemitério Jardim dos Jesuítas ou comumente Cemitério dos Jesuítas está ativo desde 13/10/1982, ano do primeiro enterramento. Esta necrópole é a mais usada pelo Serviço Funerário Municipal de Embu (SFM), uma vez que o município possui apenas mais um cemitério público administrado pelo SFM, o Cemitério do Rosário, localizado no centro da cidade, com capacidade quase esgotada.

O Cemitério dos Jesuítas possui local para a administração e recepção; local para velório (4 salas); depósito de materiais e ferramentas; vestiários e instalação sanitária para os funcionários e instalações sanitárias, para o público, masculino e feminino. A necrópole conta com 57 funcionários (diretos e indiretos) e três viaturas.

O cemitério é predominantemente recoberto por jardins, sendo as sepulturas identificadas ao nível do chão. No entanto, a porção ao norte possui construções tumulares e columbários. Está dividido em quadras, onde se registra o sepultamento em jazigos. Esses jazigos são construções em concreto que recebem cobertura de terra e grama, destinado ao sepultamento contido, são divididos em gavetas com espaço para três ou até seis corpos (**Figura 6.3**). As sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 6.3 Detalhe de um jazigo em construção.

O cemitério ainda possui ossário geral, construído dentro da faixa interna e junto ao muro do empreendimento. Ao norte, no sopé, há uma área bastante impermeabilizada destinada aos sepultamentos das famílias mais carentes ou para aquelas que não manifestem interesse pela concessão. Nessa mesma porção do empreendimento há uma série de columbários tecnicamente inadequados, de Nº. 1 a 100 para adultos e de 101 a 300 para crianças.

Desta forma, os sepultamentos no Cemitério dos Jesuítas podem ocorrer em jazigo público indicado pela administração ou em jazigo de família, devendo ser apresentada a carta de concessão do jazigo. O SFM diz que a concessão de uso de terrenos e ossários dos cemitérios públicos é a título perpétuo.

Após o período normal de três anos para adultos e dois anos para crianças, os restos mortais são exumados e dispostos no ossário geral. Há de se ressaltar que existem dois tipos distintos de ossário naquele cemitério: um em conformidade com a legislação e outro não. De acordo com os administradores, há poucos registros de conservação de corpos (saponificação ou mumificação) no local.

De janeiro a setembro de 2006 foram realizados 621 sepultamentos, conforme registrado em ata da administração. Estima-se que tenham ocorrido 19.320 sepultamentos desde a inauguração. De acordo com a Secretaria de Estado da Saúde (2005), as causas externas (principalmente homicídios e acidentes automobilísticos) e as doenças do aparelho circulatório somam mais do que 50% das causas de óbitos na cidade. A **Figura 6.4** mostra o número percentual por causa de óbito no município de Embu.

CAUSA DE ÓBITO	(%)
Doenças infecciosas e parasitárias	5,0
Neoplasias – tumores	11,9
Doenças – endócrinas, nutricionais e metabólicas	3,1
Transtornos mentais e comportamentais	0,9
Doenças – sistema nervoso	1,0
Doenças – aparelho circulatório	25,4
Doenças – aparelho respiratório	7,6
Doenças – aparelho digestório	5,2
Doenças – aparelho geniturinário	0,5
Doenças originadas no período perinatal	5,8
Causas externas	29,1
Outras causas	4,5

Fonte: Secretaria de Estado da Saúde (2005).

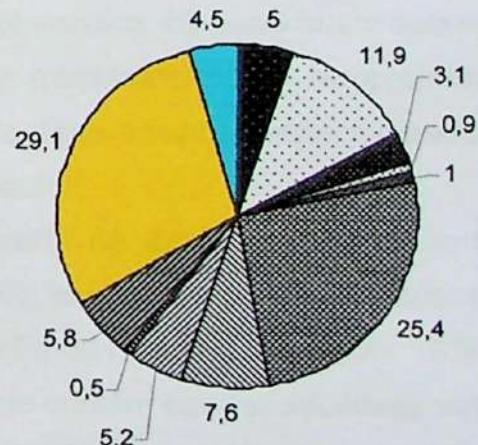


Figura 6.4 Número percentual por causa de óbito no município de Embu.

O Cemitério dos Jesuítas, como outros empreendimentos do setor no Brasil, não possui um Plano de Gestão. No planejamento ambiental, o Plano de Gestão é o resultado do processo de planejamento, sendo este aplicado ao território onde se planeja atingir os objetivos considerados. Cabe ressaltar que há interesse dos administradores em fazê-lo (informação verbal), mas não existe iniciativa por parte da Secretaria de Governo que é quem dita as diretrizes ao SFM.

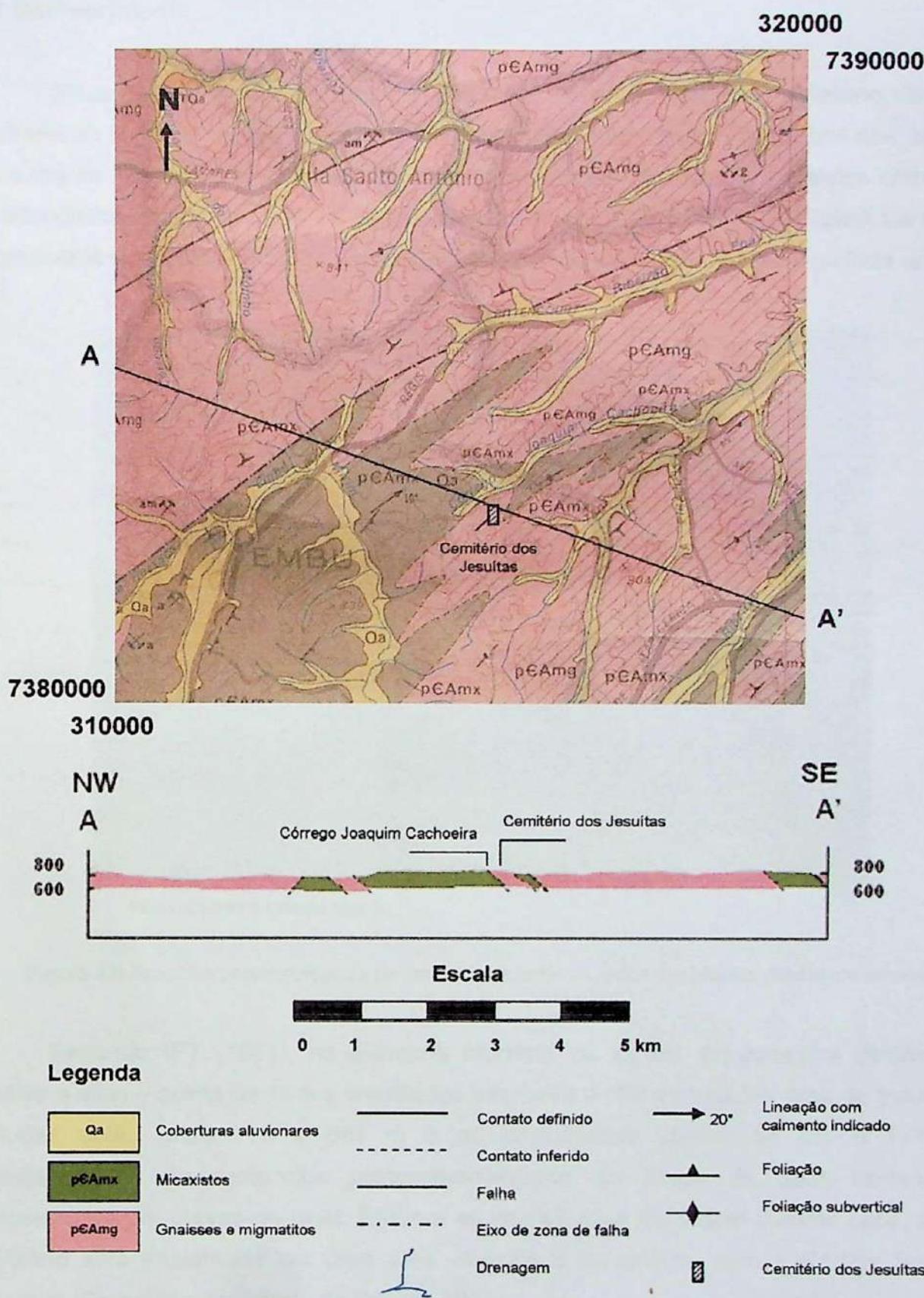
Assim, é comum se observar práticas inadequadas de manuseio naquela necrópole, tais como a falta de uso de luvas, máscaras e botas por parte dos funcionários que lidam com inumações e exumações, além da falta do costume de lavar as mãos após um sepultamento ou translado; a presença de vasos de flores com água; a presença de cães no interior do cemitério etc. Também, o desconhecimento por parte dos administradores no tocante ao local para onde a ENOB® (empresa concessionária) conduz os resíduos provenientes das exumações, sabem apenas que são incinerados e conhecem apenas o destino dos resíduos comuns; e a precariedade técnica a qual os administradores estão sujeitos, como a ausência de maquinário moderno de escritório e outras limitações técnicas.

6.3 Geologia

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é alicerçada pelas rochas ígneas e metamórficas de idade Pré-Cambriana e pelas rochas sedimentares do Cenozóico (SIGRH, 2005). O Cemitério dos Jesuítas está localizado no manto de alteração de migmatitos e rochas gnáissicas graníticas pertencentes ao Complexo Embu (**Figura 6.5**).

Nas regiões ao norte, sudoeste e sul da Bacia de São Paulo é expressiva a ocorrência de metassedimentos diversos, de idade proterozóica, os quais foram submetidos à deformação ao longo de zonas de cisalhamento e metamorfismo no Neoproterozóico. Estes metassedimentos compreendem essencialmente filitos e xistos, respectivamente nas regiões ao norte e ao sul-sudoeste da Bacia de São Paulo.

Os metassedimentos situados ao sul e sudoeste da Bacia de São Paulo foram reunidos no Complexo Pilar (Hasui & Sadowski, 1976), entendidos como pertencentes ao Grupo Açuengui. Enquanto a designação de Complexo Embu (Hasui & Sadowski, 1976) tem sido reservada às rochas gnáissicas e migmatíticas, que contêm bandas micáceas xistosas, muitas vezes abundantes e caracterizando xistos, formados essencialmente por biotita, e bandas gnáissicas ou de mobilizados neossomáticos. As rochas desta unidade apresentam-se em contato com os metassedimentos do Grupo Açuengui.

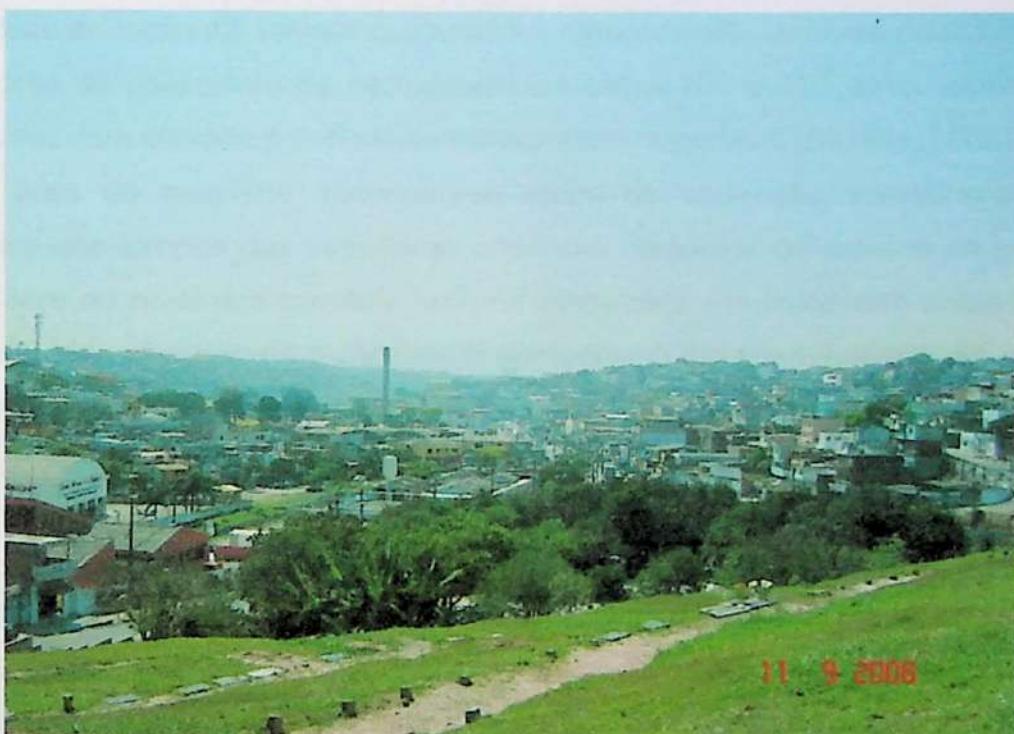


Fonte: Modificado de EMPLASA (1980).

Figura 6.5 Mapa geológico mostrando a área de estudo.

6.4 Geomorfologia

Situado na Província do Planalto Atlântico, Zona do Planalto Paulistano, Subzona Moraria do Embu e inserido na bacia hidrográfica do Alto Tietê, o Cemitério dos Jesuítas encontra-se em terrenos de relevo formado por morros alongados, paralelos com topos arredondados e vertentes com perfis retilíneos a convexos (IPT, 1981). A **Figura 6.6** mostra os aspectos geomorfológicos da área de influência tomados por intensa densidade urbana.



Fonte: Calado & Oliveira (2006).

Figura 6.6 Aspectos geomorfológicos da área de influência tomados por intensa densidade urbana.

Segundo IPT (1981), na Subzona Moraria de Embu, predominam declividades médias a altas – acima de 15% e amplitudes inferiores a 100 metros. Na área de estudo, as altitudes estão entre 775 e 801 m e as declividades variam de 3% a 17%. Os sepultamentos são realizados predominantemente ao longo de suas vertentes e curiosamente em curvas de nível. Embora as declividades alcancem valores altos, aquele cemitério está implantado em uma área elevada e de acordo com o Código Sanitário Estadual (Secretaria de Estado da Saúde, 1991).

A drenagem apresenta padrão paralelo à treliça, obedecendo a traçados regulares (IPT, *op. cit.*). Com vales fechados e densidade de drenagem alta, a área apresenta um nível de fragilidade potencial médio a alto sujeito a atividades erosivas.

6.5 Solos

O cemitério foi implantado em terrenos pertencentes à Bacia do Alto Tietê, Sub-bacia do Rio Pirajussara. Segundo SIGRH (2005), os solos ocorrentes na Sub-bacia do Rio Pirajussara são derivados do intemperismo das rochas proterozóicas constituintes e são, predominantemente, de natureza silte-argilosa, pouco arenosa, constituindo mantos de espessuras consideráveis, de até dezenas de metros.

Os solos da bacia são uma mistura revolvida de vários tipos texturais com características de latossolo vermelho-amarelo e natureza silte-argilosa pouco arenosa com baixos valores de coeficiente de permeabilidade entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s, configurando-se, portanto, solos com elevado potencial de escoamento superficial (SIGRH, 2005).

Na área do cemitério observam-se solos de coloração vermelho-amarela nas proximidades dos tampos das sepulturas onde são dispostos os tapetes de grama, e cor violeta ao ocre no nível das gavetas (solo de alteração). Os solos têm consistência silte-argilosa com certa plasticidade e são pouco arenosos. A **Figura 6.7** ilustra um perfil de solo de alteração ao mesmo nível topográfico em que boa parte dos jazigos é construída (a vegetação superior está no nível do terreno do cemitério).



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 6.7 Perfil de solo de alteração.

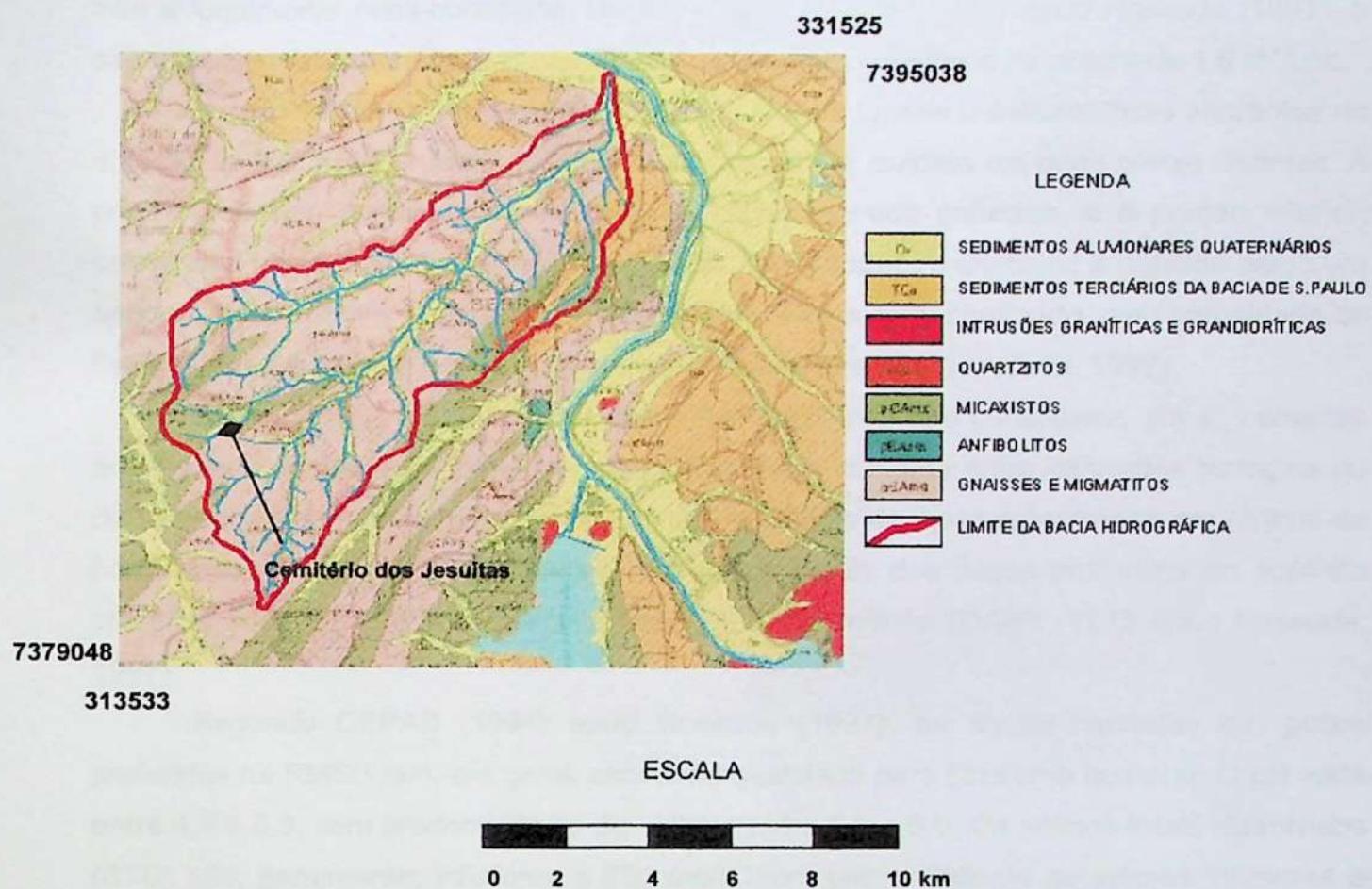
6.6 Bacia hidrográfica

O Cemitério dos Jesuítas localiza-se a cerca de 100 m a montante da margem direita do Córrego Joaquim Cachoeira, afluente menor do Rio Pirajussara. Segundo SIGRH (2005), a bacia hidrográfica do Rio Pirajussara (**Figura 6.8**) é afluente pela margem esquerda do Canal Inferior do rio Pinheiros e está localizada no setor oeste da RMSP drenando uma área de cerca de 70 km². A bacia abrange os municípios de São Paulo, Taboão da Serra e Embu os quais ocupam na bacia, respectivamente, áreas de 36,5 km² (50,6 %), 20 km² (27,7 %) e 15,5 km² (21,6 %).

De acordo com SIGRH (2005), a bacia tem formato alongado, orientando-se na direção SW-NE. Nos trechos baixo e médio, sua largura varia de 3 a 5 km, enquanto o trecho de montante varia 6 a 7 km. A densidade da drenagem é considerada de média a alta com padrão paralelo.

O Rio Pirajussara tem extensão total de 18,58 km, dos quais cerca de 6 km estão canalizados, posiciona-se central e linearmente na bacia. Dentre os diversos afluentes, a maioria com pequena expressão geográfica, destaca-se o ribeirão Poá, com 9 km de extensão e que desemboca no trecho final da margem esquerda do Rio Pirajussara.

No que tange a geologia, a bacia se constitui, predominantemente, por gnaisses/migmatitos do Complexo Embu e secundariamente por micaxistos, pertencentes ao Grupo Açuungui (Hasui & Sadowski, 1976). Há, também, pequenas ocorrências de sedimentos da Bacia de São Paulo. Estes litotipos ocorrem apenas na vertente esquerda da área de desembocadura. Por fim, acompanhando os maiores rios da bacia e configurando-se como cordões delgados, com larguras nunca superiores a 350 metros, em porções restritas, e possivelmente com poucos metros de espessura, ocorrem sedimentos aluvionares do Quaternário, constituídos por camadas e lentes de areias, argilas moles e cascalho (SIGRH, 2005).



Fonte: Modificado de SIGRH (2005).

Figura 6.8 Limites da Sub-bacia do Rio Pirajussara.

6.7 Águas subterrâneas

As características das águas subterrâneas dependem inicialmente da composição das águas de recarga e, em seguida, de sua evolução química, influenciada diretamente pelas litologias atravessadas (Cetesb, 1997).

O teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas tende a aumentar de acordo com o movimento das águas. Mesmo assim, há pequena variação da qualidade natural das águas subterrâneas. Desta forma, características muito diferentes do esperado sugerem a presença de mineralizações, rochas metamórficas ou mesmo contaminação por ação antrópica.

Na RMSP, as águas subterrâneas são captadas de dois sistemas de aquífero, o sedimentar e o cristalino. O aquífero sedimentar é constituído pelos sedimentos da Bacia de São Paulo e por aluviões recentes. Segundo Hassuda (1997), esse sistema é hidrologicamente, de extensão limitada, heterogêneo granular, descontínuo, anisotrópico, e

livre a localmente semi-confinado. De acordo com DAEE (1975) *apud* Hassuda (1997), a capacidade média dos poços profundos no aqüífero sedimentar é da ordem de 1,6 m³/h/m.

O aqüífero cristalino é constituído pelas rochas ígneas e metamórficas aflorantes no entorno da Bacia Sedimentar de São Paulo e pode ser dividido em duas partes distintas. A porção superior, constituída pela zona de rocha alterada saturada, e a porção inferior, constituída pela zona de rocha sã e fraturada. Desta forma, o cristalino é definido como um aqüífero heterogêneo, descontínuo, anisotrópico, livre a semi-confinado, com porosidade de fissuras, ou até mesmo granular em zonas de rocha alterada (Hassuda, 1997).

Hassuda (*op. cit.*) afirma que as rochas cristalinas não constituem, em si, camadas aqüíferas, e somente ao longo de falhas, fraturas e contatos entre diferentes litologias ou corpos intrusivos, apresentam condições de ocorrência de água subterrânea em regime de porosidade de fissuras. A capacidade específica média dos poços profundos no aqüífero cristalino é de 0,34 m³/h/m, variando de 0,06 a 0,7 m³/h/m (DAEE, 1975 *apud* Hassuda, 1997).

Segundo CEPAS (1994) *apud* Hassuda (1997), as águas captadas em poços profundos na RMSP têm, em geral, excelente qualidade para consumo humano. O pH varia entre 4,7 e 8,9, com predominância de valores entre 5,0 e 6,0. Os sólidos totais dissolvidos (STD) são, geralmente, inferiores a 250 mg/L, com predominância de valores inferiores a 100 mg/L. No que tange à composição química, predomina o tipo bicarbonatada cárlica, característico de águas de circulação rápida. No entanto, devido à má qualidade técnica construtiva dos poços tubulares, pode haver contaminação no aqüífero profundo (Pacheco & Rebouças, 1985 *apud* Matos, 2001). De acordo com Ross (1981) *apud* Matos (2001), as águas dos aqüíferos mais superficiais, tanto no sedimentar quanto no cristalino, estão contaminadas por esgoto e fossas sépticas.

No município de Embu, os laudos de análise de água fornecidos pela prefeitura, em 2004, indicam que a qualidade das águas subterrâneas é satisfatória. O pH tem média de 6,8 e os STD são, em média, 170 mg/L.

No cemitério, encontra-se solo de alteração de migmatitos, esta área insere-se no contexto hidrogeológico de cristalino com manto argiloso em área de recarga, sugerindo que o pacote de alteração seja espesso, implicando aqüíferos a profundidades superiores aos 15 metros.

7. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

7.1 Cronograma de atividades

O cronograma de atividades (Tabela 7.1) foi elaborado de acordo com os prazos estipulados pela Comissão de Formatura e as necessidades do projeto.

Cronograma de atividades	2006									
	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Levantamentos bibliográficos										
Estudo da legislação pertinente										
Atividades de campo										
Relatório de progresso										
Caracterização sócio-ambiental e sanitária da área do projeto										
Correlação dos dados obtidos										
Monografia										
Resumo										
Apresentação da Monografia										

Tabela 7.1 Cronograma de atividades.

7.2 Atividades realizadas

Na primeira etapa dos trabalhos foram realizados levantamentos bibliográficos, como em periódicos, livros e mapas, com o auxílio da Biblioteca do Instituto de Geociências-USP, e concomitantemente consultas aos dados disponíveis na Prefeitura de Embu e na administração da necrópole.

A etapa posterior se pautou em estudos da legislação pertinente, sendo esmiuçada a Resolução CONAMA 335/03 que é o arcabouço legal do projeto. Foram observadas ainda, a Lei Orgânica do Município de Embu, no tocante às questões ambientais e hidrogeológicas, a Norma Cetesb L1040/99 e o Código Sanitário do Estado de São Paulo (1991), no que tange ao manejo sanitário da necrópole.

As atividades de campo iniciaram-se em 12/06/2006 com uma visita ao local de estudo, onde foram observados os aspectos gerais do cemitério e relatados em caderneta de campo. Os dados obtidos foram confrontados com os levantamentos bibliográficos.

De acordo com o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB foi aberto um cadastro de operações executadas em campo e com o uso do modelo de ficha

cadastral de áreas contaminadas 5101 (Cetesb), realizou-se a descrição da área e de suas adjacências, com o conseqüente cadastramento do cemitério (**Anexo 2**).

No dia 07/08/2006, foi feita uma série fotográfica do entorno para uma melhor documentação do cenário urbano, geológico, geomorfológico/geotécnico, hidrogeológico, ambiental e sanitário.

Os métodos de investigação geofísica foram empregados entre os dias 29/08/2006 e 06/10/2006. O primeiro método empregado foi a sondagem elétrica vertical (SEV), nos dias 29/08/2006 e 11/09/2006. Em seguida foi utilizado o eletromagnético EM-34, nos dias 18/09/2006, 02/10/2006 e 06/10/2006. A **Tabela 7.2** detalha data, localização e cota das SEVs e a **Tabela 7.3** mostra data e comprimento dos EMs [34]. A **Figura 7.1** mostra a planta de localização das SEVs e dos EM-34. Observa-se que no mesmo período em que ocorreu o emprego dos métodos geofísicos, houve o decorrer da avaliação ambiental e sanitária da necrópole.

Após as atividades de campo, os dados de geofísica foram tratados em programas computacionais. Para as SEVs utilizou-se o Schlumberger Automatic Analysis versão 0.92, com a definição do modelo geoelétrico e o Surfer v. 8.0 para a elaboração de um mapa potenciométrico e um bloco diagrama 3D. Enquanto que para os EM-34, o programa Microsoft Office Excel 2003, com a plotagem de perfis de condutividade aparente.

Sondagem Elétrica	Data	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)
SEV-1	11/09/06	315.443	7.383.790	797
SEV-2	11/09/06	315.422	7.383.820	792
SEV-3	29/08/06 ¹ e 11/09/06	315.448	7.383.961	790

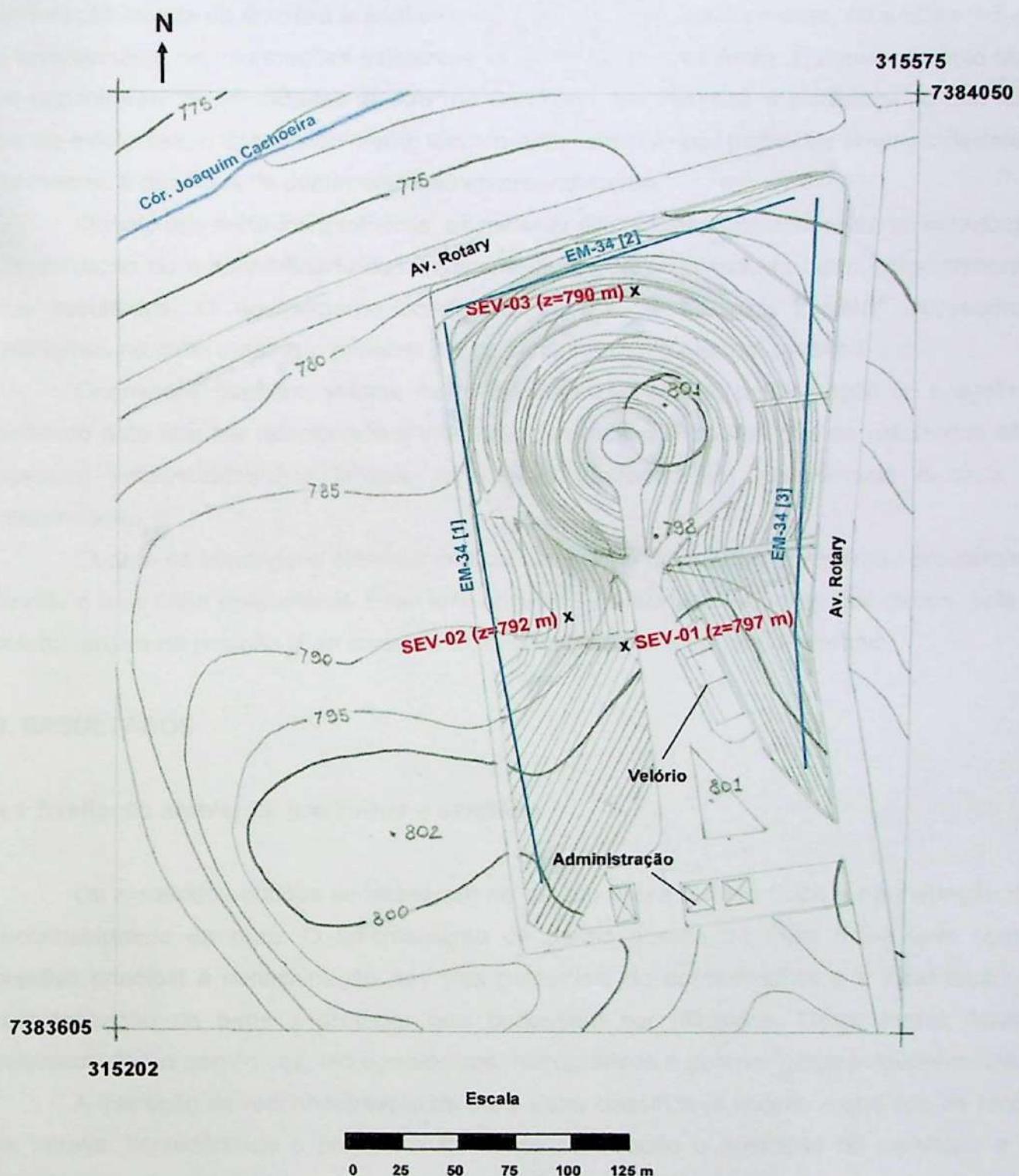
1) Os valores dessa data foram invalidados por falha operacional.

Tabela 7.2 Data, localização e cota das sondagens elétricas verticais.

Caminhamento Eletromagnético	Data	Comprimento (m)
EM-34 [1]	18/09/06 ¹ e 02/10/06	250
EM-34 [2]	02/10/06 ² e 06/10/06	190
EM-34 [3]	02/10/06 ³ e 06/10/06	290

1) Falha no equipamento; 2) *idem* e 3) *ibidem*.

Tabela 7.3 Data e comprimento dos caminhamentos eletromagnéticos.



Fonte: Oliveira (2006).

Figura 7.1 Planta de locação das SEVs e dos EM-34.

7.3 Dificuldades encontradas

A AAP é uma fase do gerenciamento de áreas contaminadas, onde o objetivo é obter informações específicas do site. Esta fase implica baixos custos, porque não há

perfuração, coleta de amostra e análise química. Baseia-se, basicamente, na análise visual e levantamento de informações existentes específicas da área fonte. É nesse aspecto que se encontraram as dificuldades da AAP no Cemitério dos Jesuítas, a confiança ou não nos dados existentes, o desconhecimento técnico-administrativo por parte dos empreendedores ou mesmo a ausência de documentos do empreendimento.

Quanto aos métodos geofísicos, as maiores dificuldades relacionam-se ao estado de conservação ou à sensibilidade dos equipamentos, que ocasionaram certo emperramento dos resultados. O equipamento condutivímetro EM-34 Geonics Limited® apresentou problemas no cabo durante o primeiro dia de caminhamento eletromagnético.

Ocorreram, também, valores muito além da capacidade de detecção do aparelho, podendo este fato ser relacionado a interferências locais. É sabido que os resultados são bastante influenciados por fatores superficiais, devendo ser considerado durante a interpretação.

Quanto às sondagens elétricas verticais, somente uma delas apresentou problemas, devido a uma falha operacional. Esse erro consistiu da aferição incorreta dos dados, pois o seletor estava na posição **V** ao invés de **Ω**, obrigando a mais um dia de campo.

8. RESULTADOS

8.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária

Os resultados obtidos se basearam no estudo sobre o meio físico e na inspeção de reconhecimento da área. O levantamento de dados acerca do meio físico teve como objetivo principal a determinação das vias potenciais do contaminante e a localização e caracterização de bens a proteger que pudessem ser atingidos. Desta forma, foram coletados dados geológicos, hidrogeológicos, hidrográficos e geomorfológicos/geotécnicos.

A inspeção de reconhecimento da área visou classificá-la quanto a que tipo de fonte se tratava, considerando o projeto, a forma de construção e operação do cemitério e a ocorrência de eventos que pudessem indicar a possibilidade de transporte de contaminantes e destes atingirem os bens a proteger.

Nessa etapa de avaliação preliminar, ainda, foi definido o modelo conceitual 1 que é entendido como uma síntese das informações obtidas, devendo representar a situação da área quanto à possível contaminação existente e sua relação com o entorno, incluindo os bens a proteger nele existentes.

8.1.1 Geologia

A geologia da área de estudo é composta por rochas Pré-Cambrianas do Complexo Embu, datadas do Proterozóico Superior (Emplasa, 1980). Trata-se de granitos, gnaisses e migmatitos. A **Figura 8.1** evidencia as feições estruturais da rocha pretérita (bem marcadas pela alteração de plagioclásio, de cor branca e pela alteração de biotita (?), bandas de cor violeta) no barranco escavado. O terreno se caracteriza como cristalino com manto argiloso. A alta porcentagem de argila pode ocasionar problemas para o manejo das sepulturas no tocante aos fenômenos conservativos do cadáver, pois o solo argiloso tem capacidade de reter água, o que pode gerar a saponificação (adipocera) do corpo enterrado.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.1 Feições migmatíticas marcadas pela caulinita (branco) e por alteração da biotita (?) (bandas violeta) em barranco escavado.

8.1.2 Contexto Hidrogeológico

O contexto hidrogeológico da área é definido como sendo cristalino com manto argiloso em área de recarga. De acordo com SIGRH (2005), os valores médios de coeficiente de permeabilidade variam entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s, pois se trata de uma mistura revolvida do solo podendo existir na área valores menores do que 10^{-7} cm/s.

Quanto à legislação, a nova redação do inciso III do § 1º do Art. 5º da Resolução 335 do CONAMA dispõe que “o subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático (...”).

Vale dizer que há a possibilidade de algumas porções do terreno apresentarem permeabilidade do solo inadequada, o que pode gerar fenômenos conservativos. Ainda no contexto hidrogeológico, estimou-se que a variação do nível da água subterrânea ficasse entre 770 e 775 metros com as profundidades em cerca de 15 metros, e o manto de alteração com até 30 metros de espessura.

8.1.3 Macro e microdrenagem

A Bacia Hidrográfica na qual o Cemitério dos Jesuítas está inserido é a do Alto Tietê, precisamente na Sub-bacia do Rio Pirajussara, sub-região oeste da RMSP. A macrodrenagem é constituída por canais naturais, por canais artificiais abertos revestidos ou galerias nas zonas de atravessamento das vias públicas.

A Prefeitura de Embu nos últimos quatro anos vem desenvolvendo um programa de recuperação urbana e ambiental, com o aumento da rede de esgoto, obras de microdrenagem e pavimentação de ruas, porém o cenário é ainda bastante precário (**Figura 8.2**).

O córrego mais próximo da área é o Joaquim Cachoeira (**Figura 8.3**), afluente pela margem esquerda do Rio Pirajussara. Esse córrego corta áreas de ocupação bastante heterogêneas, variando desde bolsões restritos de matas e outros bosques isolados, até áreas urbanas com elevado grau de ocupação, e em sua maioria com baixo grau de urbanização (SIGRH, 2005).



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.2 Sinalização das obras do Programa de Recuperação Urbana e Ambiental.



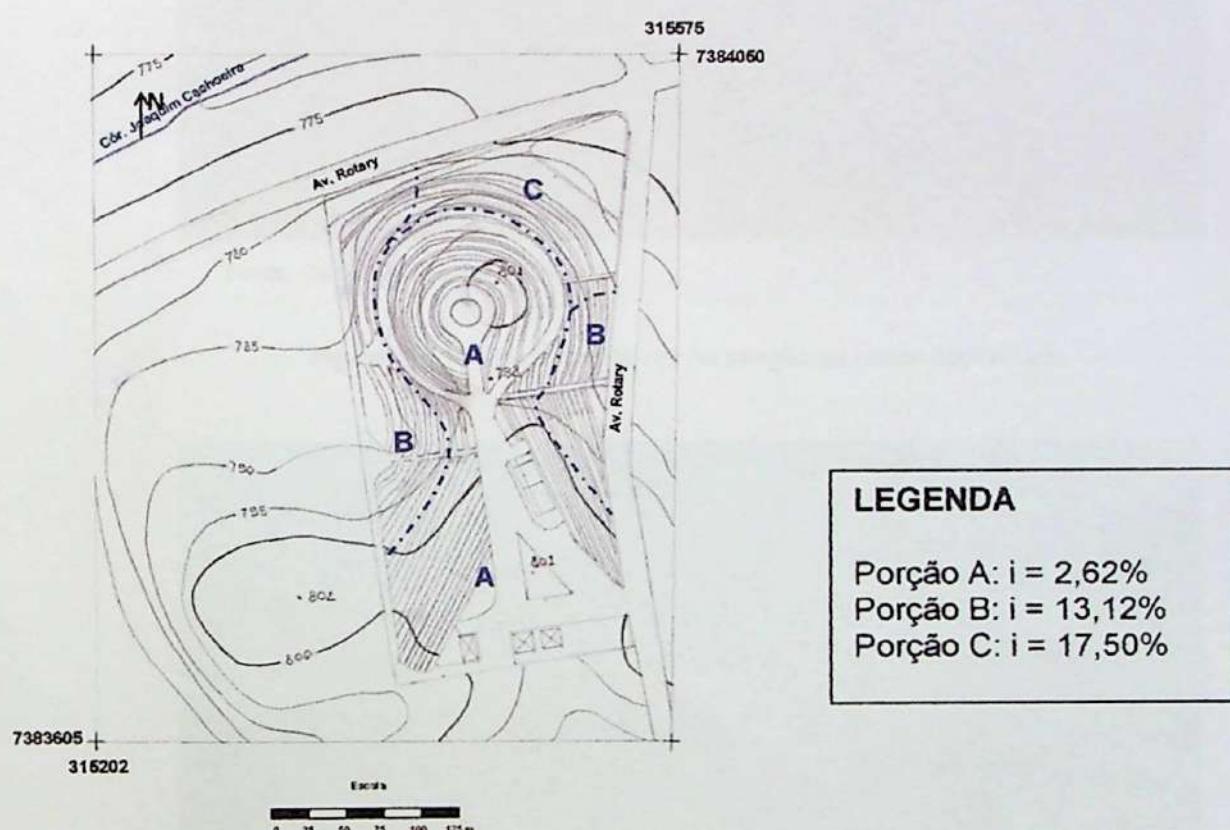
Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.3 Vista do Córrego Joaquim Cachoeira à jusante do Cemitério dos Jesuítas.

8.1.4 Características geomorfológicas/geotécnicas

As características geomorfológicas/geotécnicas evidenciam um terreno acidentado com declividades bastante variáveis e nível de fragilidade potencial médio a alto sujeito a atividades erosivas.

Foram estimadas declividades no interior da necrópole para três porções distintas do terreno (**Figura 8.4**): A) $i = 2,62\%$, no topo, próximo à Administração e ao Velório; B) $i = 13,12\%$, na vertente para a Avenida Rotary; C) $i = 17,50\%$ na vertente para o Córrego Joaquim Cachoeira.



Fonte: Oliveira (2006).

Figura 8.4 Declividades estimadas no interior da necrópole.

As **Figura 8.5 e 8.6** mostram o flanco de maior declividade da necrópole (Porção C), considerado o mais problemático quanto à estabilidade. Essas características podem ocasionar trincas no fundo das sepulturas e até mesmo o deslizamento, caso não exista um monitoramento adequado e um plano de recuperação rápido e eficiente durante a época de chuvas.



Fonte: Calado & Oliveira (2006).

Figura 8.5 Processos erosivos na porção de maior declividade.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

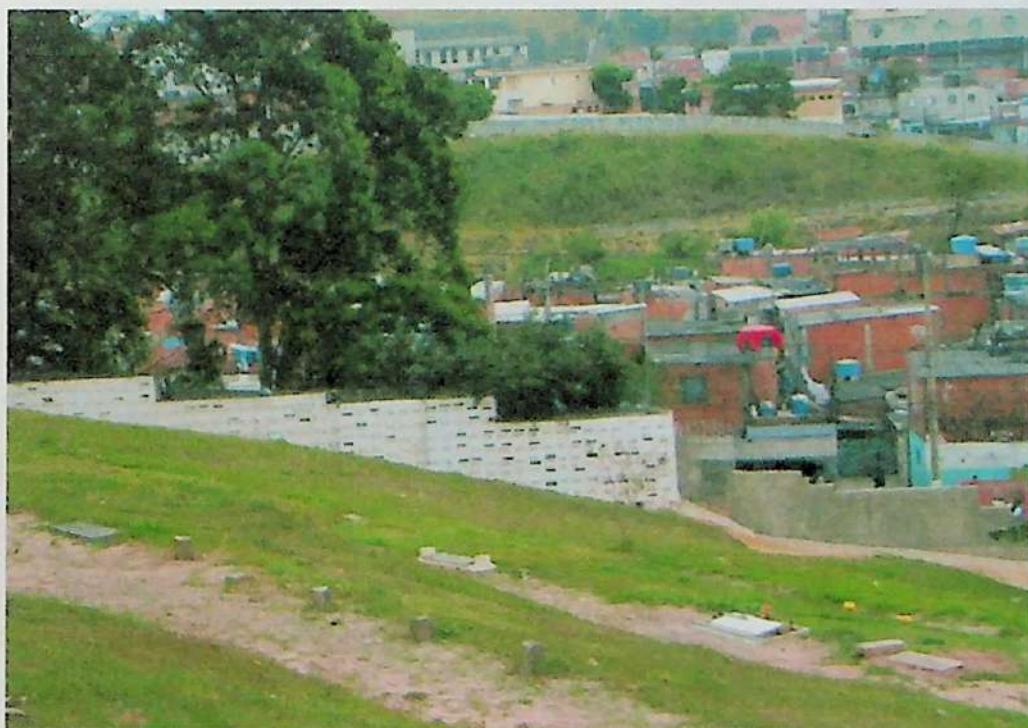
Figura 8.6 Vista da vertente voltada para o Córrego Joaquim Cachoeira.

8.1.5 Aspectos gerais da necrópole

A inspeção de reconhecimento da área visou observar os eventos que pudessem indicar a possibilidade de transporte dos contaminantes (liqüame funerário e lixiviados) e destes atingirem os bens a proteger, tais como: zona viária, área comercial, industrial, área/bens de interesse público, utilidades (rede de esgoto, telefone, gás etc.), uso residencial sem hortas, alta densidade populacional (≥ 20 casas), parque, área verde, parque infantil/jardim infantil, área de lazer e desportos/circulação, escola, hospital, área de proteção de mananciais, área inundável, e várzea (**Anexo 2**).

Com uma área de 48.640 m² (~ 5 hectares) e ativo desde 1982, o Cemitério dos Jesuítas está inserido em local de alta densidade urbana, sendo a distância mínima até a edificação mais próxima menor do que 50 metros. O cemitério dista 992 metros da área de proteção de mananciais (APM) daquele município (59 % em APM).

O tipo de sepultamento realizado é a tumulação (em jazigos sob concessão), com até seis gavetas. Na maior parte da necrópole as sepulturas são cobertas por tapetes de grama e recebem identificação com uma lápide retangular de pequenas dimensões, aproximadamente, 0,5 x 0,25 m (**Figura 8.7**).



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.7 Sepulturas ao nível do chão cobertas por tapetes de grama.

No Art. 2º, inciso I, item b da Resolução 335 (CONAMA) há a definição: "cemitério parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções

tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões. O Cemitério dos Jesuítas deveria ser classificado como cemitério jardim, no entanto, a simples presença de columbários e construções tumulares sem cobertura de grama inviabilizam essa classificação.

Os aspectos estéticos parecem encobrir os problemas sanitários, enquanto os primeiros causam certo conforto para os visitantes (impacto visual atenuado devido às áreas verdes), os últimos são desvendados com uma observação mais apurada. A **Figura 8.8** ilustra a primeira impressão que o visitante tem quando chega ao local.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.8 Vista do acesso principal ao Cemitério dos Jesuítas.

Os aspectos sanitários do cemitério evidenciam a falta de cuidados técnicos ou o desconhecimento dos parâmetros legais por parte dos empreendedores. É muito comum a disposição do lixo em recuos construídos na área interna da necrópole ou em caçambas da ENOB®, prestadora do serviço de coleta de resíduos sólidos no município (**Figura 8.9**).

O lixo é constituído de restos de flores naturais, grama, folhas, materiais empregados na ornamentação fúnebre, trapos de roupas, restos de caixões etc. Esses resíduos devem ter o mesmo destino dos resíduos dos serviços de saúde (RSS): a incineração. Os administradores afirmam que o lixo é separado em duas classes, uma que segue para o aterro sanitário e outra para a incineração (não se sabe onde é incinerado). A **Figura 8.10** ilustra o aspecto insalubre dos resíduos funerários.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

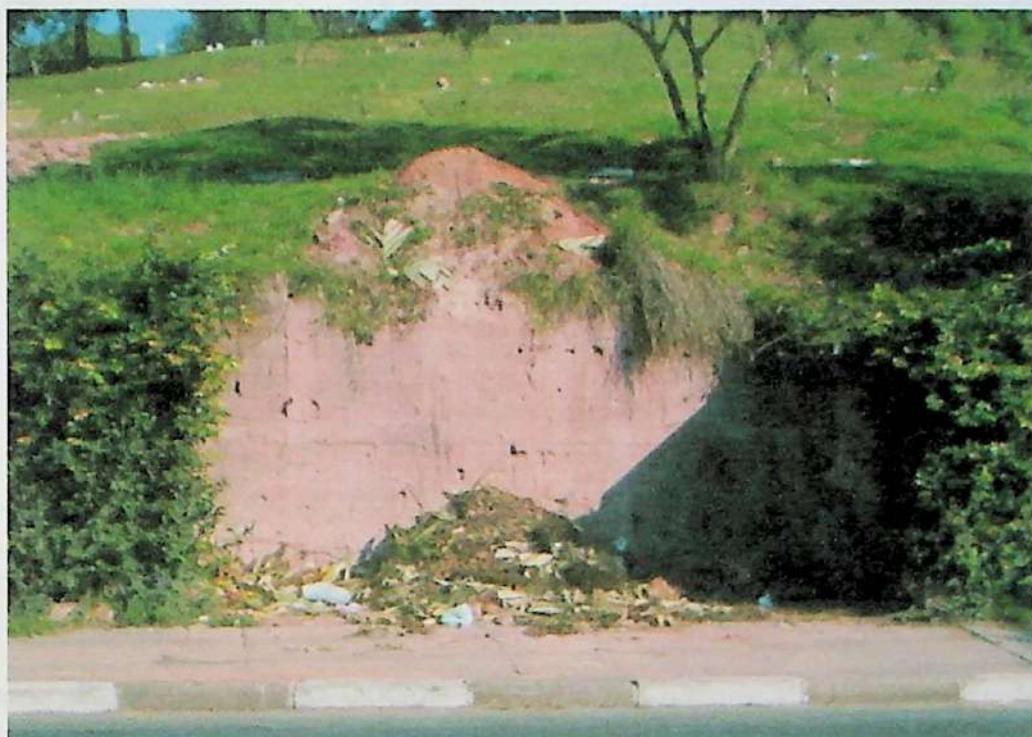
Figura 8.9 Vista do recuo no interior do cemitério (ao fundo) e da caçamba da ENOB®.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.10 Aspecto insalubre dos resíduos funerários.

É visível, também, a disposição de resíduos nas cercanias do cemitério, principalmente nos recuos no lado da Avenida Rotary em alguns dias da semana. Nota-se a presença de folhas secas, restos de flores, plásticos, cacos de vidro e de louças, material religioso e garrafas (**Figura 8.11**).



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.11 Vista do recuo no muro da Avenida Rotary.

Na porção de montante do cemitério ainda na Avenida Rotary, verifica-se mais lixo acumulado num barranco. Esses resíduos são constituídos de papéis, garrafas PET, sacos de lixo, embalagens diversas, maços de cigarro, cacos de vidro e de louças, ossos (bovino), pneus etc. (**Figura 8.12**). Essa quantidade de lixo acumulado atrai animais, como os cães e ainda, pode servir como abrigo de roedores, vetores da leptospirose.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.12 Vista do barranco na Avenida Rotary.

Apesar do artigo 158 do Código Sanitário do Estado de São Paulo, seção II que trata dos cemitérios, proibir a conservação de água nos vasos ornamentais, na maioria dos cemitérios existem vasos de flores contendo água (Pacheco, 2000).

No Cemitério dos Jesuítas, as flores naturais foram substituídas por artificiais e os vasos receberam terra. No entanto, algumas sepulturas tinham vasos abandonados e com água parada, onde foram observadas larvas de mosquitos, podendo abrigar o vetor da febre amarela. Segundo Pacheco (2000), os pesquisadores da Faculdade de Saúde Pública da USP afirmam que os cemitérios dão uma grande contribuição para a proliferação do *Aedes aegypti*.

A falta de higiene por grande parte dos funcionários é marcante, pois estes não costumam usar os equipamentos de proteção, botas, luvas e máscaras durante os enterramentos e exumações, embora sejam orientados a usá-los. Nem todos têm o hábito de lavar as mãos ou tomar banho antes de deixar o recinto. Esses maus hábitos representam risco de infecções para os profissionais, bem como para seus familiares.

Outra prática comum é a de se deixar as sepulturas (que foram ou serão abertas para a exumação do cadáver) depurando, ou seja, não ficam lacradas durante o processo, liberando gases com cheiro bastante nauseante. A **Figura 8.13** evidencia essa prática.



Fonte: Calado & Oliveira (2006).

Figura 8.13 Prática de depuração de uma sepultura.

Outro aspecto a ser considerado como potencialmente impactante, é a área destinada a sepultamentos junto ao muro do cemitério (**Figura 8.14**). A Resolução 335 do CONAMA dispõe que “a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área”. Os administradores reconhecem o erro, mas dependem da Secretaria de Governo, que aparenta negligenciar o caso ou desconhece a legislação federal.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.14 Área de sepultamentos irregulares junto ao muro do cemitério.

De acordo com o inciso II do Art. 2º. da Resolução 335, ossário é o local para a acomodação de ossos, contidos ou não em urna ossuária. Os ossários do cemitério atendem à Resolução em parte.

Deve-se salientar que há dois tipos de construções, uma que aproveita o muro do cemitério de forma adequada, atendendo, também, às Condições Gerais, alínea c da Norma L1.040 – Cetesb, e outra que deve ser considerada ambientalmente incorreta por não apresentar projeto adequado. Esse tipo de construção à primeira vista foi confundida com uma cisterna para provimento de água (**Figuras 8.15**). Foram catalogados dois ossários ambientalmente condenáveis.

Os ossários ambientalmente condenáveis abrigam restos mortais que não foram reclamados pelas famílias. Trata-se de um verdadeiro depósito de ossos, porque as ossadas não são mais identificadas (por número) e são dispostas sem o mínimo controle operacional.

Os columbários, também, não atendem a um projeto adequado de engenharia (**Figura 8.16**). Verifica-se que estas construções apresentam trincas, muitas vezes é possível ver a alvenaria, não possui calhas para retenção do liqüame funerário, não apresenta drenos para os gases, os lóculos são mal vedados, percebe-se a presença de insetos e o odor é perceptível.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.15 Ossário com aspecto de cisterna.



Fonte: Oliveira & Roberto (2006).

Figura 8.16 Columbários sem projeto adequado de engenharia.

Dentre os problemas de ordem sanitária, a questão dos drenos deve ser salientada. Os drenos foram implantados nas porções declivadas do cemitério na época da construção para auxiliar na estabilidade do terreno. Porém, a permissão da convergência das águas pluviais para o exterior da necrópole, torna sua função contraditória.

Com base nos levantamentos obtidos e nas inspeções de campo iniciais, a área foi classificada primeiramente como Área Potencial (AP), em seguida, devido ao fato de se encontrarem inúmeros problemas de ordem sanitária durante a Avaliação Ambiental Preliminar e Sanitária, o site foi diagnosticado como Área Suspeita (AS).

Com o fim da avaliação preliminar montou-se um modelo conceitual 1 (**Anexo 2**) para a área fonte, onde foram determinadas as fontes primárias, os mecanismos primários de liberação, as fontes secundárias, os mecanismos secundários de liberação, vias de transporte dos contaminantes e os receptores. A **Tabela 8.1** mostra o modelo conceitual definido.

Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes Secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Receptores
Sepulturas (S)	Vazamento de necrochorume (S)	Solo contaminado (S)	Dispersão (S)	Água subterrânea e solo (S)	Córrego Joaquim Cachoeira (S) População vizinha (S)
Disposição de resíduos (S)	Infiltração no solo ou escoamento superficial (S)	<i>Idem</i>	Dispersão (S)	<i>Idem</i>	Córrego Joaquim Cachoeira (S) População vizinha (S)

Tabela 8.1 Modelo conceitual 1 da área.

8.2 Técnicas geofísicas de investigação

As sondagens elétricas verticais (SEVs) e os caminhamentos eletromagnéticos (EMs) foram usados para caracterizar o subsolo do cemitério. Essas técnicas são baseadas nas propriedades elétricas dos materiais rochosos e dos minerais, a condutividade elétrica e o seu inverso: a resistividade elétrica.

8.2.1 Sondagem elétrica vertical

Os dados das sondagens elétricas verticais – SEVs (Anexo 3) foram tratados pelo programa Schlumberger Automatic Analysis versão 0.92, com a definição do modelo geoelétrico de camadas. A **Figura 8.17** mostra o modelo definido para a SEV-1.

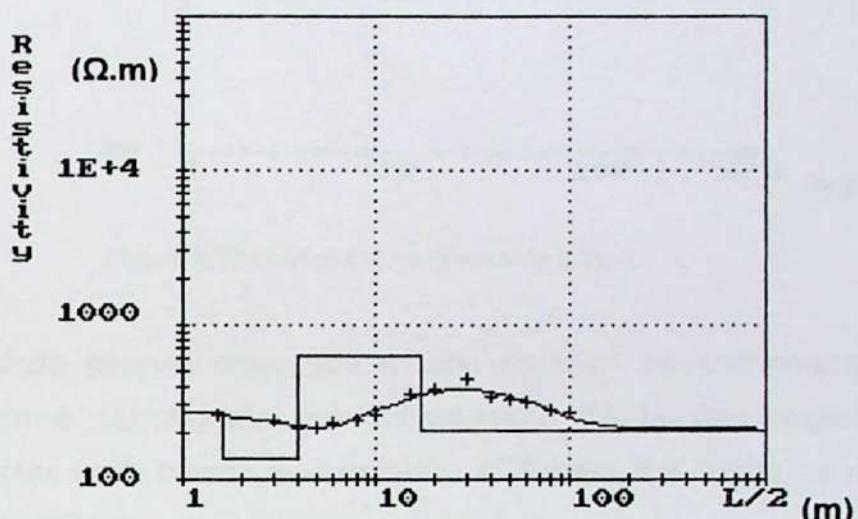


Figura 8.17 Gráfico bi-logarítmico da SEV-1.

Nesse modelo, observam-se 4 camadas definidas pelos pontos de inflexão do gráfico bi-logarítmico. Dentre essas camadas, verifica-se que a profundidade do nível de água está a 17 m, não sendo possível indicar a profundidade do topo rochoso (*bed rock*) propriamente dito. A **Tabela 8.2** ilustra os resultados do modelo geoelétrico da SEV-1.

SEV-1		
Camada	Resistividade (Ω.m)	Profundidade (m)
1	275	1,6
2	136	4,0
3	631	17,0 (N.A.)
4	211	–

Tabela 8.2 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-1.

O modelo da SEV-2 define 5 estratos geoelétricos. Entre eles, é sugerido que a profundidade do nível de água esteja a 14,4 m. A **Figura 8.18** evidencia o modelo geoelétrico definido para a SEV-2.

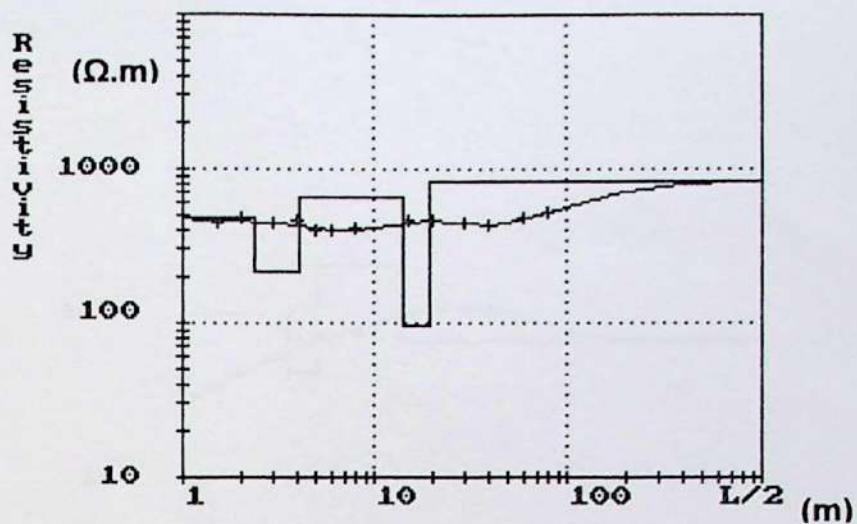


Figura 8.18 Gráfico bi-logarítmico da SEV-2.

Essa SEV ainda permite dizer que o topo rochoso se encontra a 19,5 m de profundidade. O fato é corroborado pelo afloramento de feições migmatíticas mais pronunciadas nas cotas mais baixas do cemitério. A **Tabela 8.3** ilustra os resultados do modelo geoelétrico da SEV-2.

SEV-2		
Camada	Resistividade ($\Omega \cdot m$)	Profundidade (m)
1	477	2,4
2	219	4,1
3	648	14,4 (N.A.)
4	96	19,5
5	840	—

Tabela 8.3 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-2

Diante do gráfico bi-logarítmico da SEV-3 (**Figura 8.19**), pôde-se observar 5 camadas geoelétricas. Verifica-se o aumento progressivo da curva de resistividade para valores até 2440 $\Omega \cdot m$ até ocorrer um quebra que sugere o nível de água em 13,5 de profundidade. Cabe salientar que essa SEV foi executada na cota mais baixa entre as anteriores.

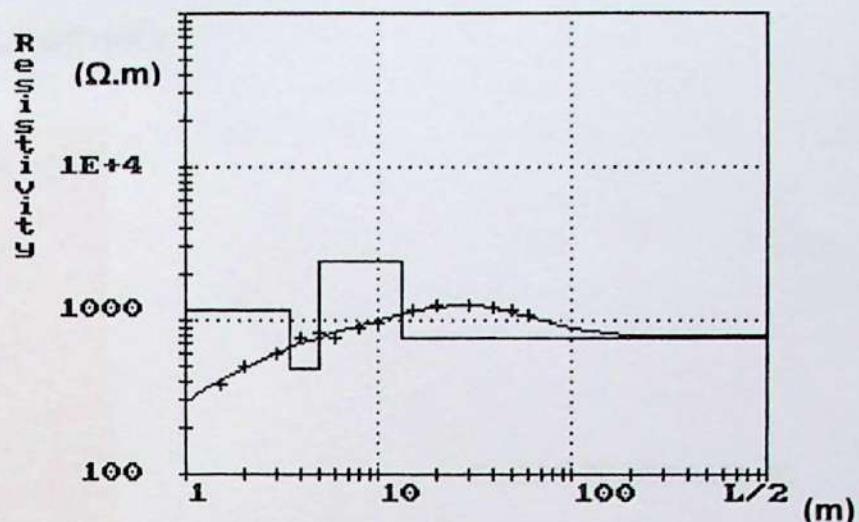


Figura 8.19 Gráfico bi-logarítmico da SEV-3.

A Tabela 8.4 mostra os resultados obtidos do modelo geoelétrico de camadas da SEV-3. Observa-se que nessa SEV não foi possível indicar a profundidade do topo rochoso e consequentemente da espessura do aquífero.

SEV-3		
Camada	Resistividade ($\Omega \cdot m$)	Profundidade (m)
1	142	0,39
2	1160	3,5
3	484	4,9
4	2440	13,5 (N.A.)
5	779	—

Tabela 8.4 Resultado do modelo geoelétrico de camadas da SEV-3

Com os dados obtidos nas SEVs foram gerados um mapa potenciométrico e um bloco diagrama correlato, através do programa computacional Surfer v. 8.0. O mapa potenciométrico evidencia que o fluxo é descendente para a porção norte do cemitério. Isso mostra que o modelo conceitual 1 (Anexo 2) está bem ajustado. Assim, o contaminante (liqüame funerário), suspeito no site, pode alcançar o Córrego Joaquim Cachoeira. A Figura 8.20 ilustra as curvas equipotenciais e as linhas de fluxo no mapa potenciométrico evidenciando o caminho preferencial da água subterrânea. O bloco diagrama fornece uma visão tridimensional do fluxo.

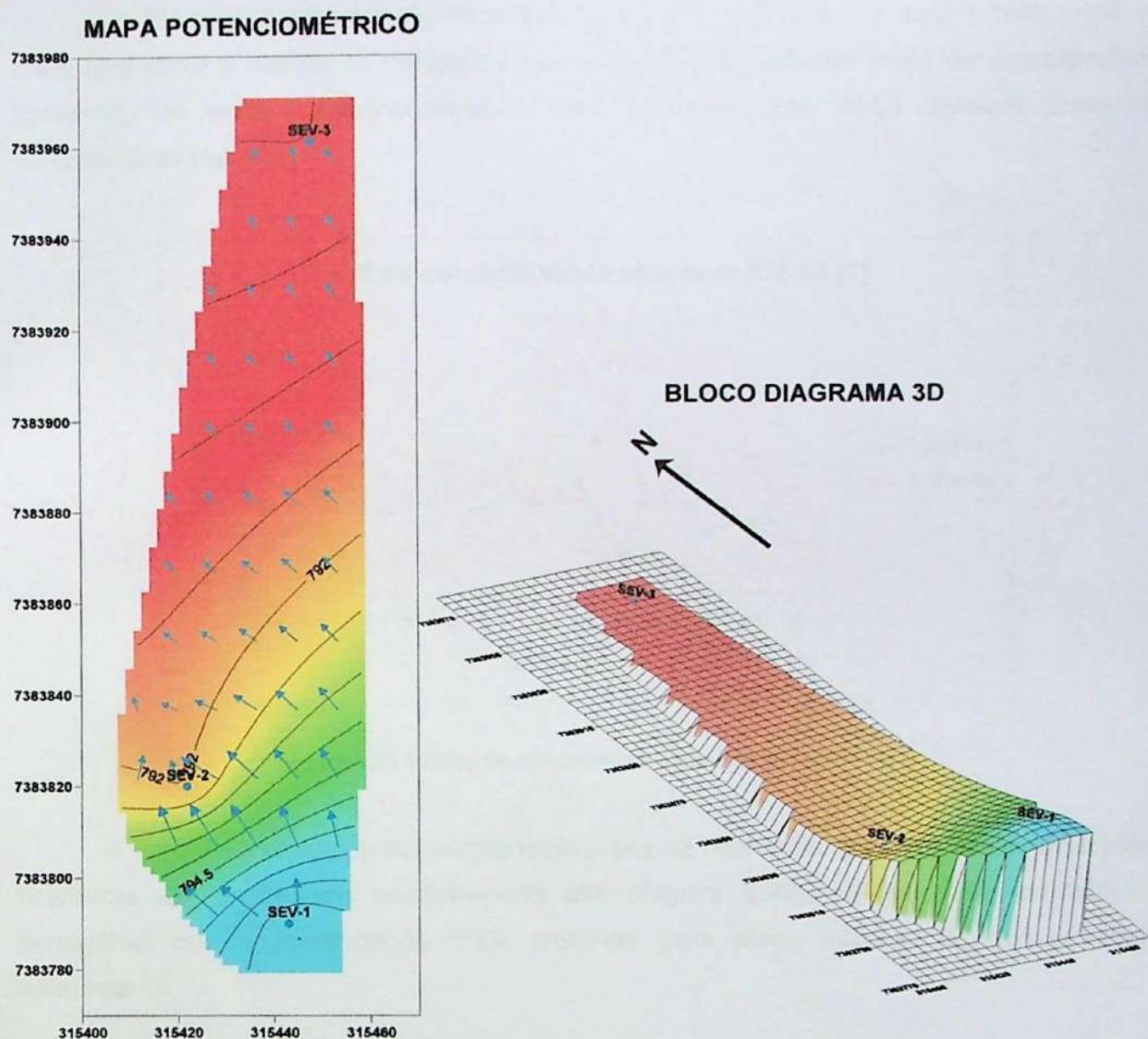


Figura 8.20 Mapa potenciométrico e bloco diagrama 3D.

8.2.2 Caminhamento eletromagnético

Os dados dos caminhamentos eletromagnéticos obtidos em campo (**Anexo 3**) foram tratados pelo programa computacional Microsoft Office Excel 2003 e geraram perfis de condutividade aparente. Optou-se por um modelo bastante simplificado devido às condições físicas do site.

Durante a investigação, a distância entre o receptor e o transmissor foi fixada em 10 metros. Nessas condições, o campo eletromagnético indutor horizontal à superfície garante uma profundidade de investigação de 7,5 m. Enquanto que o campo eletromagnético perpendicular à superfície, permite uma profundidade de investigação próxima dos 15 m.

A Figura 8.21 mostra o gráfico de condutividade aparente da linha 1. Nele pode-se notar que tanto o campo na horizontal quanto na vertical definem picos de condutividade aparente. Os valores da investigação mais profunda (EM 34-V) definem picos de condutividade maiores.

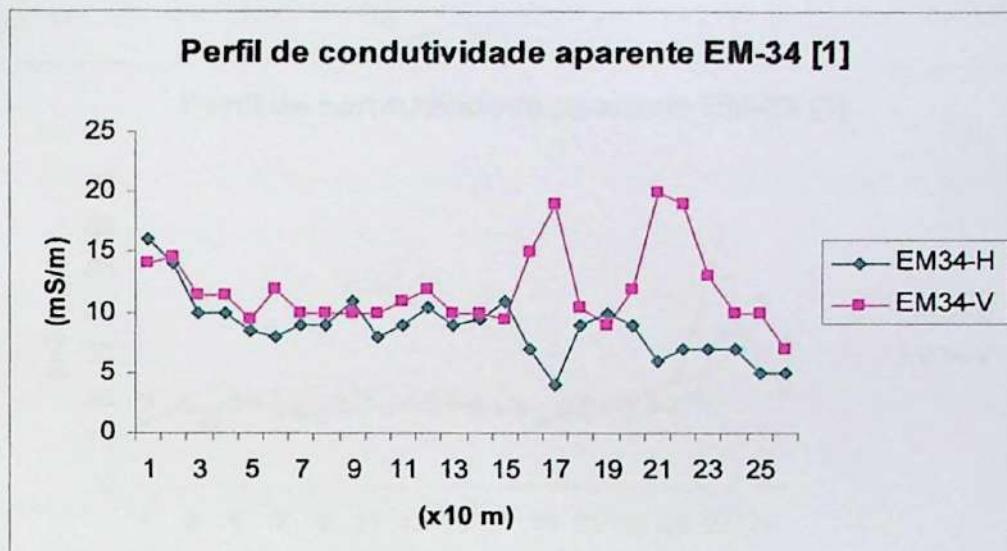


Figura 8.21 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [1].

A linha 2 foi realizada na porção mais baixa da necrópole, próxima aos columbários. Evidencia um padrão de condutividade alta (Figura 8.22). Nesse caso, também, é perceptível que a investigação mais profunda gera picos maiores de condutividade aparente.

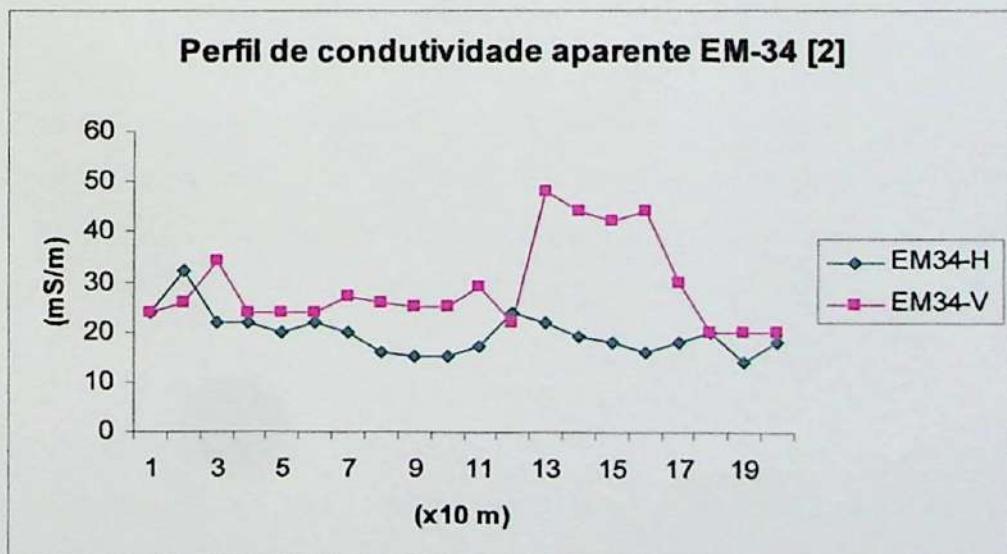


Figura 8.22 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [2].

A Figura 8.23 ilustra o perfil de condutividade aparente da linha 3. Esse perfil mostra valores próximos de 20 mS/m até cerca de 240 m de comprimento da linha de investigação. A partir desse ponto ocorrem picos (acima de 40 mS/m), tanto na investigação de menor profundidade, quanto na mais profunda. Essa porção do cemitério está nas cotas mais baixas, próxima à zona de sepultamentos de alta rotatividade (jazigos não perpétuos).

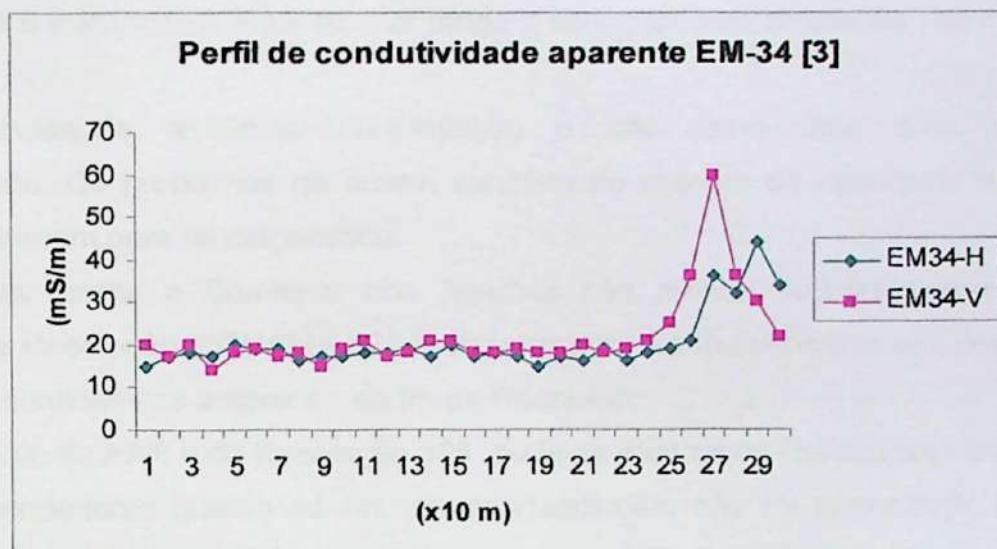


Figura 8.23 Gráfico de condutividade aparente do EM-34 [3].

Com base nos gráficos de condutividade aparente, destaca-se que os pontos mais condutivos foram registrados nas porções de menores cotas do terreno (proximidade com o nível de água ou com o topo rochoso).

9. DISCUSSÃO

9.1 Avaliação ambiental preliminar e sanitária

A avaliação ambiental preliminar (AAP) é o documento inicial para o processo de licenciamento de um empreendimento com potencial contaminador. Já a Resolução 335 do CONAMA é o instrumento legal no que tange o licenciamento ambiental dos cemitérios no país.

A avaliação ambiental diagnosticou o site como uma área suspeita de contaminação. Os problemas de ordem sanitária no manejo da necrópole foram os que mais contribuíram para tal diagnóstico.

Desta forma, o Cemitério dos Jesuítas não atende satisfatoriamente o que é disposto na Resolução CONAMA 335, sendo um cemitério licenciado em desacordo com exigências contidas nos artigos 4º. ao 9º. da Resolução.

Diante da AAP e da Resolução 335, pode-se elencar os descumprimentos por parte dos empreendedores quanto ao Art. 4º. da Resolução: não foi encontrado o projeto do empreendimento, sequer a planta do mesmo; não há um projeto executivo contemplando as medidas de mitigação e controle ambiental.

Quanto ao descumprimento do Art. 5º., tem-se: existem áreas destinadas a sepultamentos que não mantêm um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério; o perímetro e o interior do cemitério não são providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente. O sistema de captação e destinação das águas pluviais não dispõe de maneira segura as águas de chuva.

O Art. 6º. impõe que os lóculos devam ser constituídos de materiais que impeçam a passagem de gases para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores, no entanto, ocorrem problemas quanto a vedação das sepulturas e dos columbários; outro problema de ordem técnica é a possibilidade de os "acessórios ou características construtivas" não impedirem o vazamento dos líquidos oriundos da coliqüação (trincas nas peças de concreto pré-fabricadas); não há tratamento ambientalmente adequado para os eventuais efluentes gasosos.

O Art. 7º. impõe que "os columbários destinados ao sepultamento de corpos deverão atender ao disposto nos artigos. 4º. e 5º., no que couber". Mas a construção dos columbários foi realizada sem um projeto de engenharia. Durante a AAP foram observadas trincas e problemas de vedação.

O Art. 9º. trata dos resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos. A Resolução impõe a destinação ambiental e sanitariamente adequada. No entanto, as práticas encontradas no Cemitério dos Jesuítas permitem dizer que a

destinação não é satisfatoriamente adequada, porque os resíduos são dispostos ao ar livre a espera da coleta.

A Norma Técnica L1.040 da Cetesb (1999), também trata do assunto, na alínea j, condições gerais, sobre os resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos, tais como urnas e material descartável (luvas, sacos plásticos, etc.).

Esses resíduos devem ter, preferencialmente, o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos gerados pelos serviços de saúde (RSS), de acordo com a legislação vigente (Resolução CONAMA nº. 5, de 1993 e, no caso de incineração local, Norma CETESB E15.011). No Cemitério dos Jesuítas os resíduos sólidos são coletados pela ENOB®, os resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos são destinados à incineração (informação verbal). No entanto, os resíduos são dispostos de maneira insalubre à espera da coleta.

Vale dizer que "se os resíduos sólidos forem enterrados no próprio cemitério, deverá ser usada unicamente a zona de sepultamento com recobrimento mínimo de 0,5 m de solo" (Cetesb, 1999). Fica vetado o uso da faixa sanitária no perímetro interno, para tal finalidade.

Devido ao quadro discutido, certamente o município não firmou com órgão ambiental competente, o termo de compromisso para a adequação do empreendimento, desrespeitando as imposições legais do Art. 11 da Resolução. O prazo para tal compromisso foi de cento e oitenta dias a contar da data de publicação da Resolução (28/05/2003) e o cemitério apresenta problemas técnicos até o momento.

9.2 Técnicas geofísicas de investigação

Os modelos geoelétricos de camada indicam a presença de 4 ou 5 camadas e que o topo rochoso está a profundidades maiores do que 13,5 m nos locais onde foram realizadas as SEVs. Nas porções mais baixas do cemitério foram vistas estruturas de rocha preservadas, como a foliação principal, as feições migmatíticas e veios de quartzo sugerindo a proximidade do embasamento cristalino (cota 780 m).

As sondagens elétricas verticais indicam que a profundidade do nível de água está a 13,5 m na cota mais baixa e 17 m no topo da área. Deve-se considerar que as SEVs não tiveram precisão quanto às profundidades registradas e para tal necessitaria de poços de monitoramento ou sondagens geológicas.

Os caminhamentos eletromagnéticos indicaram a presença de anomalias de condutividade representadas por picos de condutividade nos perfis. As linhas do eletromagnético foram executadas junto ao muro, na parte interna do cemitério. As linhas

percorreram o sentido S-N, ou do topo para baixo (linhas 1 e 3) e E-W na porção mais baixa da necrópole (linha 2).

As três linhas evidenciaram anomalias nas porções mais baixas do terreno. Essas anomalias foram identificadas como uma suspeita da presença do contaminante (necrochorume). A presença do necrochorume permite o aumento da condutividade elétrica do meio, porque os sais presentes formam uma solução eletrolítica com as águas do meio saturado.

Cabe ressaltar que o caminhamento eletromagnético indica uma suspeita e não uma confirmação do contaminante. Para a confirmação da contaminação deve-se proceder com o monitoramento através de poços. Esse procedimento faz parte da avaliação ambiental confirmatória que é o passo seguinte a uma avaliação ambiental preliminar. Assim, os locais que apresentaram anomalias de condutividade poderão se utilizados para a locação de poços de monitoramento.

10. LEGISLAÇÃO

10.1 Âmbito Federal

A Resolução 335 do Conselho Nacional do Meio Ambiente foi aprovada em 3 de abril de 2003 e publicada na Edição 101 de 28/05/2003 do Diário Oficial da União (D.O.U.). É a instrução legal máxima, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios verticais e horizontais no país.

Essa Resolução estabelece que os cemitérios devam ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental. Para isso impõe duas fases para o processo: Licença Prévia e Licença de Instalação. A primeira obriga a apresentação da caracterização da área e o plano de implantação e operação do empreendimento. A segunda, o projeto do empreendimento e o projeto executivo contemplando as medidas mitigadoras e de controle ambiental.

Outro dispositivo da Resolução é o que obriga a firmação do termo de compromisso para a adequação dos cemitérios existentes e licenciados em desacordo com as exigências contidas nos artigos 4º. e 5º. (**Anexo 1**). Cabe ressaltar que à época da publicação da Resolução, o prazo para a adequação era de cento e oitenta dias. Hoje, a maioria dos cemitérios está em operação de forma muito aquém do desejado pelo CONAMA.

A Resolução 335 em sua redação original de 2003 trouxe alguns impedimentos legais aos municípios localizados em áreas ambientalmente protegidas. Foi o caso do município de Biritiba-Mirim-SP, que mesmo com projeto aprovado pela Cetesb não obteve aprovação do CONAMA. Nessa época, as autoridades municipais solicitaram o auxílio dos alunos de graduação do Instituto de Geociências-USP, na tentativa de reverter a situação. O prefeito de Biritiba-Mirim chegou a decretar que "era proibido morrer no município".

Diante de casos similares, o Ministério do Meio Ambiente através da 17ª Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental nos dias 02 e 03 de fevereiro de 2006 alterou dispositivos da Resolução CONAMA 335 de 03 de abril de 2003 possibilitando aos municípios o licenciamento ambiental de suas necrópoles.

10.2 Âmbito Estadual

A Norma Cetesb L1.040 foi elaborada em 1989 e revista em 1993 e 1999, dispõe sobre a implantação de cemitérios (**Anexo 1**). Estabelece os critérios mínimos para a proteção do meio ambiente, em especial do solo e das águas subterrâneas.

Essa norma exige do empreendedor a execução de um projeto de implantação de cemitério, onde devem ser considerados os aspectos geológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos/geotécnicos, geográficos, pedológicos, e ainda permite a enumeração dos possíveis impactos gerados pelo empreendimento. É algo pioneiro no tocante à implantação de cemitérios.

Outra diretriz legal é o Código Sanitário do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE, 1991), que regulamenta a promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de sua competência.

O código impõe a necessidade de que os cemitérios sejam construídos em lugares elevados, sempre na contravertente das águas que possibilitem a alimentação de poços (tipo cacimba principalmente) e outras fontes de abastecimento destinado ao uso humano. Ainda, exige a execução de estudos especializados comprovando a adequabilidade do solo e do nível d' água.

No entanto, o abrandamento de certas diretrizes do código inviabiliza o seu uso pleno no tocante aos cemitérios. Esse fato é notadamente perceptível em alguns artigos, onde a redução das exigências fica a cargo da autoridade sanitária e não do código escrito.

11. CONCLUSÕES

A Avaliação Ambiental Preliminar (AAP) e Sanitária diagnosticou que o Cemitério dos Jesuítas é uma fonte suspeita de contaminação. Foram encontrados problemas de ordem técnica causadores de impactos negativos no meio ambiente. Esses impactos são gerados por fontes primárias e secundárias de contaminação.

As primeiras relacionam-se à suspeita de vazamento de necrochorume e conseqüente infiltração no solo. As fontes secundárias estão relacionadas à dispersão do contaminante no solo e na água subterrânea. Outrossim, são as águas pluviais, que podem lixiviá-los os resíduos dispostos inadequadamente no interior do cemitério, e por isso, os resíduos funerários foram tratados como fonte de contaminação de superfície.

A ocorrência de fontes de contaminação está atrelada às falhas técnicas. As falhas técnicas ocorrem devido ao descumprimento das imposições legais. No Cemitério dos Jesuítas, a principal desobediência relaciona-se aos artigos 4º., 5º., 6º., 7º. e 9º. da Resolução CONAMA 335.

São falhas encontradas: na execução do projeto; na conservação das sepulturas e columbários; na falta de higiene por parte dos funcionários que lidam diretamente com sepultamentos e exumações; na disposição dos resíduos dos corpos exumados; no aproveitamento indevido de algumas áreas do terreno; nos materiais empregados nas construções tumulares; nos sistemas de drenagem.

Além da AAP e da avaliação sanitária, foram empregadas as técnicas de investigação geofísica. Sabe-se que os métodos geofísicos não são obrigatórios nos procedimentos propostos pela Cetesb para uma AAP. Mas, foi julgado necessário diante da falta de dados acerca do subsolo da área, tais como a caracterização geológica e hidrogeológica. Todavia, foi de grande valia para o diagnóstico do *site*.

Os dados de geofísica auxiliaram na indicação da presença do contaminante e de seu possível fluxo. Com as sondagens elétricas verticais foi possível identificar o modelo potenciométrico da área, bem como estimar as profundidades do topo rochoso. Os caminhamentos eletromagnéticos mostraram anomalias de condutividade que foram relacionadas à possível presença do contaminante.

Assim, os métodos geofísicos aumentaram a suspeita da presença de contaminação na área fazendo com que esta, inicialmente identificada como área potencial (AP), passasse a área suspeita (AS). Cabe ressaltar que os métodos geofísicos apresentam indícios de contaminação e não a confirmação da presença do contaminante.

12. RECOMENDAÇÕES

A legislação federal impõe uma série de obrigações para os empreendedores de cemitérios no país. Isso se deve ao fato de os cemitérios serem listados como atividades modificadoras do meio ambiente.

De acordo com CONAMA (2003), é remetida ao órgão ambiental competente a incumbência de definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento, observadas as especificidades, os riscos ambientais e outras características da atividade ou empreendimento, visando a obtenção de licença ambiental.

Para a licença ambiental é necessário que o empreendimento esteja de pleno acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução. Para o caso do cemitério avaliado existem problemas de ordem técnica que o torna desabilitado ao licenciamento ambiental. Assim, sugerem-se as seguintes recomendações para o processo de licenciamento:

1. Elaboração de um projeto executivo contemplando as medidas de minimização de impactos e o controle ambiental;
2. Criação de uma comissão para o gerenciamento ambiental da necrópole, considerando as imposições legais do CONAMA;
3. Inativação das sepulturas que fazem uso da faixa sanitária junto ao muro do empreendimento;
4. Melhorias no sistema de drenagem para não permitir a destinação das águas pluviais para fora do cemitério sem o prévio tratamento;
5. O uso de ácido peracético (Proxitane® 1512) para o tratamento prévio das águas pluviais;
6. Melhorar a qualidade do cimento usado na vedação das sepulturas e na confecção das peças pré-fabricadas;
7. A recuperação imediata dos columbários, visando impedir o vazamento dos líquidos oriundos da coliqüação. Também, o tratamento ambientalmente adequado para os eventuais efluentes gasosos. Os efluentes gasosos poderão ser tratados com carvão ativado;
8. A destinação ambientalmente correta e salutar dos resíduos funerários, impedindo que os mesmos fiquem expostos ao ar livre;
9. A cremação dos restos mortais exumados e não reclamados, que comumente são dispostos nos ossários ambientalmente inadequados;
10. Execução de uma avaliação ambiental confirmatória, dada a suspeita de contaminação na área;
11. Firmação do termo de compromisso para a adequação do empreendimento junto ao órgão ambiental competente.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Disponível em <URL:<http://www.cetesb.gov.br/Solo/areascontaminadas/manual.asp>> [2006 mai.31].
- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1999) *Norma Técnica L1.040 de jan./99. Dispõe sobre a implantação de cemitérios.* Edição Cetesb, de janeiro de 1999.
- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1997) *Relatório de qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo.* Cetesb, São Paulo, 106 p.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2003) *Resolução 335 de 03/04/2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios verticais e horizontais.* Edição 101 de 28/05/2003.
- DE LA CUESTA, J. M. R. (1986) – *Informe solicitado por MEMOSA.* Não publicado. Madrid, p. 1-14.
- EMPLASA – EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO (1980) *Sistema cartográfico metropolitano: carta geológica da região metropolitana de São Paulo.* Escala 1:100.000.
- EMPLASA – EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO (1989) *Sistema cartográfico metropolitano da grande São Paulo: levantamento aerofotogramétrico.* Folha Capão Redondo (SF-23-Y-C-VI-I-SE-B). Escala 1:10.000.
- HASSUDA, S. (1997) *Critérios para a Gestão de Áreas Suspeitas ou Contaminadas por Resíduos Sólidos – Estudo de Caso na Região Metropolitana de São Paulo.* Tese de Doutoramento, IGc-USP, São Paulo, 142 p.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G. R. (1976) *Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo.* Revista Brasileira de Geociências, nº. 6, p. 182-200.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A.
(1981) *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. Escala 1:1.000.000.

MATOS, B. A. (2001) *Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo*. Tese de Doutoramento, IGc-USP, São Paulo, 114 p.

MENDES, J. M. B. (1987) *Técnicas Geofísicas Aplicadas no Mapeamento e Monitoramento da Poluição e Contaminação de Águas Subterrâneas*. Tese de Doutoramento, IGc-USP, São Paulo, 196 p.

MIGLIORINI, R. B. (1994) *Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, IGc/USP, São Paulo, 74 p.

PACHECO, A. (1986) *Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento*. Revista do Sistema de Planejamento e de Administração Metropolitana. São Paulo, nº. 17, agosto/86, ano 4, p. 25-37.

PACHECO, A. (2000) *Cemitério e Meio Ambiente*. Tema de Livre Docência, IGc/USP, São Paulo, 102 p.

PACHECO, A.; MENDES, J. M. B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A. A. (1991) *Cemeteries – a potential risk to groundwater*. Water Science and Technology, v. 24, n.º, p. 97-104.

PACHECO, A.; SARAIVA, F. A. (2005) *Normas a que deve obedecer a escolha de terrenos para a instalação de cemitérios públicos em Portugal – Comentários técnicos e licenciamento ambiental*. Revista Tecnologias do Ambiente. Lisboa (Portugal), nº. 65, maio/junho, ano 12, p. 12-14.

PACHECO, A.; SARAIVA, F. A.; FORMAGGIA, D. M. E. (2006) *Riscos ambientais e sanitários do sepultamento em columbários*. Revista Saneamento Ambiental. São Paulo, nº. 119, março/abril, p. 41-43.

PHILIPPI Jr., A. (2005) *Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Coleção Ambiental. Editora Manole, 842 p.

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE EMBU DAS ARTES. Disponível em <URL: <http://www.embu.sp.gov.br/leis/legislacao.htm> > [2006 mai. 24].

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Disponível em <URL: <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil> > [2006 abr. 15].

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE (1991) *Código Sanitário – Decreto lei nº. 12.342 de 27/11/1978: regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde*. 4 ed. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado. 412 p.

SIGRH – SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO *Plano Diretor de Macro Drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*. Disponível em <URL: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/pirajussara/index.html> > [2005 abr. 11].

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION (1998) *The impact of cemeteries on the environment and public health. An introductory briefing*. Copenhagen, Denmark, WHO Regional Office for Europe. 11 p.

ANEXO 1: LEGISLAÇÃO



Edição Número 101 de 28/05/2003

**Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente
RESOLUÇÃO 335, DE 3 DE ABRIL DE 2003.**

Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios verticais e horizontais.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº. 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº. 499, de 18 de dezembro de 2002, e

Considerando a necessidade de regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios;

Considerando o respeito às práticas e valores religiosos e culturais da população; e

Considerando que as Resoluções CONAMA nºs. 001, de 23 de janeiro de 1986 e 237, de 19 de dezembro de 1997, indicam as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental e remetem ao órgão ambiental competente a incumbência de definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento, observadas as especificidades, os riscos ambientais e outras características da atividade ou empreendimento, visando a obtenção de licença ambiental;

Considerando que o art. 12, da Resolução CONAMA nº. 237, de 1997, permite a criação de critérios para agilizar e simplificar os procedimentos de licenciamento ambiental das atividades e empreendimentos similares, visando a melhoria contínua e o aprimoramento da gestão ambiental, resolve:

Art. 1º. Os cemitérios horizontais e os cemitérios verticais, doravante denominados cemitérios, deverão ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, nos termos desta Resolução, sem prejuízo de outras normas aplicáveis à espécie.

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

I - cemitério: área destinada a sepultamentos;

a) cemitério horizontal: é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim;

b) cemitério parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões;

c) cemitério vertical: é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamentos; e

d) cemitérios de animais: cemitérios destinados a sepultamentos de animais.

II - sepultar ou inumar: é o ato de colocar pessoa falecida, membros amputados e restos mortais em local adequado;

III - sepultura: espaço unitário, destinado a sepultamentos;

IV - construção tumular: é uma construção erigida em uma sepultura, dotada ou não de compartimentos para sepultamento, compreendendo-se:

a) jazigo: é o compartimento destinado a sepultamento contido;

b) carneiro ou gaveta: é a unidade de cada um dos compartimentos para sepultamentos existentes em uma construção tumular; e

c) cripta: compartimento destinado a sepultamento no interior de edificações, templos ou suas dependências.

V - lóculo: é o compartimento destinado a sepultamento contido no cemitério vertical;

VI - produto da coliqüação: é o líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos ou partes;

VII - exumar: retirar a pessoa falecida, partes ou restos mortais do local em que se acha sepultado;

VIII - reinumar: reintroduzir a pessoa falecida ou seus restos mortais, após exumação, na mesma sepultura ou em outra;

IX - urna, caixão, ataúde ou esquife: é a caixa com formato adequado para conter pessoa falecida ou partes;

X - urna ossuária: é o recipiente de tamanho adequado para conter ossos ou partes de corpos exumados;

XI - urna cinerária: é o recipiente destinado a cinzas de corpos cremados;

XII - ossuário ou ossário: é o local para acomodação de ossos, contidos ou não em urna ossuária;

XIII - cinerário: é o local para acomodação de urnas cinerárias;

XIV - columbário: é o local para guardar urnas e cinzas funerárias, dispostos horizontal e verticalmente, com acesso coberto ou não, adjacente ao fundo, com um muro ou outro conjunto de jazigos;

XV - nicho: é o local para colocar urnas com cinzas funerárias ou ossos; e

XVI - translado: ato de remover pessoa falecida ou restos mortais de um lugar para outro.

Art. 3º. Na fase de Licença Prévia do licenciamento ambiental, deverão ser apresentados, dentre outros, os seguintes documentos:

I - caracterização da área na qual será implantado o empreendimento, compreendendo:

a) localização tecnicamente identificada no município, com indicação de acessos, sistema viário, ocupação e benfeitorias no seu entorno;

- b) levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, compreendendo o mapeamento de restrições contidas na legislação ambiental, incluindo o mapeamento e a caracterização da cobertura vegetal;
 - c) estudo demonstrando o nível máximo do aquífero freático (lençol freático), ao final da estação de maior precipitação pluviométrica;
 - d) sondagem mecânica para caracterização do subsolo em número adequado à área e características do terreno considerado; e
- II - plano de implantação e operação do empreendimento.

§ 1º. É proibida a instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária, em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos predominantemente cársticos, que apresentam cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos, bem como naquelas que tenham seu uso restrito pela legislação vigente, ressalvadas as exceções legais previstas.

§ 2º. A critério do órgão ambiental competente, as fases de licença Prévia e de Instalação poderão ser conjuntas.

§ 3º. Excetuam-se do previsto no parágrafo anterior deste artigo, cemitérios horizontais que:

- I - ocupem área maior que cinqüenta hectares;
- II - localizem-se em Áreas de Proteção Ambiental - APA's, na faixa de proteção de Unidades de Conservação de Uso Integral, Reservas Particulares de Patrimônio Natural e Monumento Natural;
- III - localizem-se em áreas de manancial para abastecimento humano.

Art. 4º. Na fase de Licença de Instalação do licenciamento ambiental, deverão ser apresentados, entre outros, os seguintes documentos:

- I - projeto do empreendimento que deverá conter plantas, memoriais e documentos assinados por profissional habilitado; e
- II - projeto executivo contemplando as medidas de mitigação e de controle ambiental.

Art. 5º. Deverão ser atendidas, entre outras, as seguintes exigências para os cemitérios horizontais:

- I - o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos 1,5m acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias.
- II - nos terrenos onde a condição prevista no inciso anterior não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno;
- III - adotar-se-ão técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;
- IV - a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área;
- V - documento comprobatório de averbação da Reserva Legal, prevista em Lei; e
- VI - estudos de fauna e flora para empreendimentos acima de cem hectares.

§ 1º. Para os cemitérios horizontais, em áreas de manancial para abastecimento humano, devido às características especiais dessas áreas, deverão ser atendidas além das exigências dos incisos de I a VI, mais as seguintes:

I - a área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos d'água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir a sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e a critério do órgão licenciador;

II - o perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinados a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra;

III - o subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático (medido no fim da estação das cheias). Para permeabilidades maiores é necessário que o nível dos jazigos esteja 10 m acima do nível do lençol freático.

§ 2º. A critério do órgão ambiental competente, poderão ser solicitadas informações e/ou documentos complementares em consonância com exigências legais específicas de caráter local.

Art. 6º. Deverão ser atendidas as seguintes exigências para os cemitérios verticais:

I - os lóculos devem ser constituídos de:

- a) materiais que impeçam a passagem de gases para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores;
- b) acessórios ou características construtivas que impeçam o vazamento dos líquidos oriundos da coliqüação;
- c) dispositivo que permita a troca gasosa, em todos os lóculos, proporcionando as condições adequadas para a decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;
- e
- d) tratamento ambientalmente adequado para os eventuais efluentes gasosos.

Art. 7º. Os columbários destinados ao sepultamento de corpos deverão atender ao disposto nos artigos. 4º. e 5º., no que couber.

Art. 8º. Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente.

Parágrafo único. Fica vedado o emprego de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo sepultado com o meio que o envolve, exceto nos casos específicos previstos na legislação.

Art. 9º. Os resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos deverão ter destinação ambiental e sanitariamente adequada.

Art. 10. O procedimento desta Resolução poderá ser simplificado, a critério do órgão ambiental competente, após aprovação dos respectivos Conselhos de Meio Ambiente, se atendidas todas as condições abaixo:

- I - cemitérios localizados em municípios com população inferior a trinta mil habitantes;
- II - cemitérios localizados em municípios isolados, não integrantes de área conurbada ou região metropolitana; e
- III - cemitérios com capacidade máxima de quinhentos jazigos.

Art. 11. Os cemitérios existentes e licenciados, em desacordo com as exigências contidas nos artigos. 4º. e 5º. , deverão, no prazo de cento e oitenta dias, contados a partir da publicação desta Resolução, firmar com o órgão ambiental competente, termo de compromisso para adequação do empreendimento.

Parágrafo único. O cemitério que, na data de publicação desta Resolução, estiver operando sem a devida licença ambiental, deverá requerer a regularização de seu empreendimento junto ao órgão ambiental competente, no prazo de cento e oitenta dias, contados a partir da data de publicação desta Resolução.

Art.12. No caso de encerramento das atividades, o empreendedor deve, previamente, requerer licença, juntando Plano de Encerramento da Atividade, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas.

Parágrafo único. Em caso de desativação da atividade, a área deverá ser utilizada, prioritariamente, para parque público ou para empreendimentos de utilidade pública ou interesse social.

Art. 13. Sempre que julgar necessário, ou quando for solicitado por entidade civil, pelo Ministério Público, ou por cinqüenta cidadãos, o órgão de meio ambiente competente promoverá Reunião Técnica Informativa.

Parágrafo único. Na Reunião Técnica Informativa é obrigatório o comparecimento do empreendedor, da equipe responsável pela elaboração do Relatório Ambiental e de representantes do órgão ambiental competente.

Art. 14. O descumprimento das disposições desta Resolução, dos termos das Licenças Ambientais e de eventual Termo de Ajustamento de Conduta, sujeitará o infrator às penalidades previstas na Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e em outros dispositivos normativos pertinentes, sem prejuízo do dever de recuperar os danos ambientais causados, na forma do art. 14, § 1º. , da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Art. 15. Além das sanções penais e administrativas cabíveis, bem como da multa diária e outras obrigações previstas no Termo de Ajustamento de Conduta e na legislação vigente, o órgão ambiental competente, mediante decisão motivada, poderá exigir a imediata reparação dos danos

causados, bem como a mitigação dos riscos, desocupação, isolamento e/ou recuperação da área do empreendimento.

Art. 16. Os subscritores de estudos, documentos, pareceres e avaliações técnicas utilizados no procedimento de licenciamento e de celebração do Termo de Ajustamento de Conduta são considerados peritos, para todos os fins legais.

Art. 17. As obrigações previstas nas licenças ambientais e no Termo de Ajustamento de Conduta são consideradas de relevante interesse ambiental.

Art. 18. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

MARINA SILVA

Presidente do Conselho



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
NORMA TÉCNICA L 1.040 (CETESB, 1999)
IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS**

Introdução

Dentro de uma política ambiental que objetiva preservar o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ressalta-se a necessidade de normas técnicas para a implantação de empreendimentos com potencial poluidor.

Neste contexto, os cemitérios envolvem uma problemática intrinsecamente vinculada à saúde pública e à qualidade ambiental, dado o comprometimento potencial a que estão sujeitos os solos e as águas.

A CETESB, no cumprimento de suas atribuições como órgão responsável pelo controle ambiental no Estado de São Paulo, por conseguinte, houve por bem elaborar a presente Norma Técnica para a implantação de cemitérios.

1 - Objetivo

Esta Norma estabelece os requisitos e as condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento no subsolo, no que tange à proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas.

2 - Documentos Complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- Ministério da Saúde - Portaria nº. 36, de 18.01.1990.
- Resolução nº. 5 de 05.08.1993 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.
- Norma ABNT NBR 8.036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundação de edifícios - Procedimento
- Norma ABNT NBR 13.895 - Construção de poços de monitoramento e amostragem - Procedimento.
- Norma CETESB E15.011 - Sistema de incineração de resíduos de serviços de saúde, portos e aeroportos - Especificação.
- Boletim 04 da ABGE – Ensaios de permeabilidade em solos – Orientações para sua execução no campo (Junho/1996).

3 - Definições

3.1 Essências nativas

São espécies vegetais, arbustivas ou arbóreas, naturais de uma dada região geográfica.

3.2 Necrochorume

É um neologismo, também conhecido como putrilagem, que designa o líquido resultante da decomposição de cadáveres. Trata-se de uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-acinzentada, mais viscosa que a água, polimerizável, de odor forte e pronunciado, com grau variado de toxicidade e patogenicidade.

4 - Caracterização da Área

4.1 - Caracterização geográfica

A área destinada ao cemitério deverá ser localizada geograficamente por meio de demarcação em carta planialtimétrica regional (Cartas FIGBE em escala 1:50.000; Cartas IGC em escalas 1:50.000, 1:25.000 ou 1:10.000; ou outra carta similar).

Esta área deverá, ainda, ser demarcada em levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral cuja escala mínima, para áreas superiores a 7 hectares (70.000 m^2), será de 1:1.000, com curvas de nível de metro em metro. Para áreas iguais ou inferiores a 7 hectares, a escala mínima será de 1:500, com curvas de nível de metro em metro. Neste levantamento deverão estar representados os atributos encontrados num entorno de 30 m, tais como ruas e equipamentos urbanos.

4.2 - Caracterização geológica

A informação básica que deverá constar da caracterização do terreno é o mapeamento geológico básico, ou seja, a descrição das litologias do substrato, com indicação das formações onde se inserem, dados estes obtidos por meio de sondagens mecânicas de reconhecimento adequadamente locadas. Estas sondagens deverão ser realizadas de acordo com a Norma ABNT NBR 8.036 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundação de edifícios – Procedimento, e seccionar o maciço geológico até atingir o lençol freático (aprofundando-se na zona saturada pelo menos 3 m), ou até uma profundidade de 10 m ou impenetrável a percussão.

Nessas sondagens serão conduzidos ensaios de permeabilidade e/ou infiltração, conforme Boletim 04 da ABGE - Ensaios de permeabilidade em solos - Orientações para sua execução no campo.

Nos casos de ocorrência ou risco de viabilização no terreno, de erosões, escorregamentos, subsidências ou movimentação de solo, é necessário, também, uma carta geotécnica onde estes processos estejam representados.

4.3. Caracterização hidrogeológica

As informações básicas que devem ser apresentadas são: indicação das profundidades dos níveis do aquífero freático, medidos no fim da estação de cheias, em mapa potenciométrico com indicação do sentido de fluxo das águas subterrâneas e indicação dos atributos existentes num entorno de 30 m, como fontes, surgências, córregos, drenos, poços ou cacimbas de abastecimento de água.

Nos casos em que for comprovado que o nível mais alto do lençol freático (medido no fim da estação de cheias) está a mais de 10 m de profundidade, não será necessária a apresentação do mapa potenciométrico.

No caso de utilização de método geofísico, este deverá ser devidamente especificado.

5 - Condições Gerais

- a) A área-objeto deverá situar-se a uma distância mínima de cursos d'água (rios, riachos, córregos), bem como de corpos naturais ou artificiais (lagos, lagoas e reservatórios), de acordo com a legislação vigente.
- b) Os cemitérios deverão ser implantados onde as condições de fluxo do lençol freático não ensejem a deterioração das condições de potabilidade (Portaria 36/90 do Ministério da Saúde) pré-existentes de captações de água subterrânea.
- c) Internamente, o cemitério deverá ser contornado por uma faixa com largura mínima de 5 m, destituída de qualquer tipo de pavimentação ou recobertura de alvenaria, destinada à implantação de uma cortina constituída por árvores e arbustos adequados, preferencialmente de essências nativas. Parte dessa faixa poderá ter 20% em sua extensão linear destinada a edifícios, sistema viário ou logradouro de uso público, desde que não contrariem a legislação vigente. Caso a faixa interna exceda este valor mínimo, em situações específicas, poderá ser permitida a construção de ossários regulamentares, sistema viário ou outras construções.
- d) Deverão ser mantidas as faixas de isolamento previstas na legislação vigente, onde não serão efetuados nenhum sepultamento.
- e) No interior do cemitério, na chamada zona de enterramento ou sepultamento, é aconselhável o plantio de espécies com raízes pivotantes, a fim de evitar invasões de jazigos, destruição do piso e túmulos ou danos às redes de água, de esgoto e drenagem.

f) O perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, além de outros dispositivos (terraceamentos, taludamentos, etc.) destinados a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra.

g) O subsolo deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático (medido no fim da estação de cheias); ou até 10 m de profundidade, nos casos em que o lençol freático não for encontrado até este nível. Coeficientes de permeabilidade diferentes só devem ser aceitos, condicionados a estudos geológicos e hidrogeológicos, fundamentados em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada, os quais demonstrem existir uma condição equivalente de segurança, pela profundidade do lençol freático e pelo uso e importância das águas subterrâneas no local, bem como pelas condições de projeto.

h) O nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos 1,5 m acima do mais alto nível do lençol freático (medido no fim da estação de cheias). Distâncias inferiores poderão vir a ser consideradas aceitáveis, condicionadas a estudos geológicos e hidrogeológicos fundamentados em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada, os quais demonstrem existir uma condição equivalente de segurança, por ser o subsolo extremamente favorável à atenuação dos poluentes, em função de sua granulometria, permeabilidade, umidade e condição de aeração, bem como pelas condições de projeto.

i) Caso as condições naturais do terreno não permitam que as distâncias previstas no item anterior sejam obedecidas, o lençol freático deverá ser rebaixado artificialmente através da instalação de um sistema de drenagem subterrânea, convenientemente locado e implantado, tomando-se os devidos cuidados para que sua eficiência não seja comprometida ao longo do tempo.

j) Resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos, tais como urnas e material descartável (luvas, sacos plásticos, etc.) deverão ter, preferencialmente, o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos gerados pelos serviços de saúde, de acordo com a legislação vigente (Resolução CONAMA nº. 5, de 1993 e, no caso de incineração local, Norma CETESB E15.011). Se os resíduos sólidos forem enterrados no próprio cemitério, deverá ser usada unicamente a zona de sepultamento com recobrimento mínimo de 0,5 m de solo. Fica vetado o uso da faixa especificada no item 5.c, para tal finalidade.

6. Condições específicas

a) A implantação e a operação de cemitérios em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) ou Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) fica condicionada às exigências adicionais e/ou complementares às

estabelecidas nesta Norma, em consonância com a legislação ambiental vigente e as especificações da Secretaria do Meio Ambiente e do CONAMA.

b) Áreas com substrato rochoso extremamente vulnerável, tais como zonas de falhamentos, zonas cataclasadas, rochas calcárias ou calciosilicatadas intemperizadas ou com erosão subsuperficial (canais de dissolução, dolinas, cavernas, etc.) deverão ser previamente descartadas ou consideradas com restrições.

c) Caso os estudos geológicos e hidrogeológicos efetuados em âmbito local demonstrem que o aquífero freático é potencialmente vulnerável a contaminações, o cemitério deverá ser provido de um sistema de poços de monitoramento, instalados em conformidade com a norma vigente (ABNT NBR13. 895 - Construção de Poços de monitoramento e Amostragem). Desde que possível, é recomendável a instalação de alguns poços de monitoramento no entorno da área-objeto, estrategicamente localizados a montante e a jusante da área de sepultamento, com relação ao sentido de escoamento freático. Neste caso, os poços deverão ser amostrados e as águas subterrâneas analisadas, antes do início de operação do cemitério, para o estabelecimento da qualidade "em branco" do aquífero freático, de acordo com os padrões de potabilidade da Portaria nº. 36, do Ministério da Saúde (1990). A cada trimestre, os poços deverão ser amostrados, em conformidade com a norma NBR13.895 e as amostras de água analisadas para os seguintes parâmetros: condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza total, pH, cor aparente, cloretos, cromo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas. Caso ocorram indícios de contaminação, deverão ser analisados novamente os parâmetros de potabilidade estabelecidos na portaria nº. 36 do Ministério da Saúde.

7. Referências Bibliográficas

- DELMONTE, C. *Putrefação e Suas Conseqüências para o Meio Ambiente*. Palestra proferida no Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente. São Paulo, jun/95.
- HURST, C.J.; GERBA, C.P.; CECH, I. *Effects of Environmental Variables and Soil Characteristics on Virus Survival in Soil*. Applied and Environmental Microbiology, p. 1067-1079, dec/80.
- LANCE, J.C.; GERBA, C.P. *Virus Movement in Soil During Saturated and Unsaturated Flow*. Applied and Environmental Microbiology, p.335-337, fev/84.
- MAGALHÃES, F.S.P.; MELLO, L.G.F.S.; MOTIDOME, M.J. *Cemeteries and their Impact on the Environment - Cemetery da Paz, São Paulo, Brazil*. Trabalho apresentado no "Word Clean Air Congress 1998; Durban, South Africa, set/ 98.
- MARTINS, M.T.; PELLIZARI, V.H.; PACHECO, A.; MYAKI, D.M. *Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios*. Revista Saúde Pública. Vol. 25(1), São Paulo, p. 47-52, 1991.
- MCCONNELL, L.K.; SIMS, R. C.; BARNETT, B.B. *Reovirus Removal and Inactivation by Slow-Rate Sand Filtration*. Applied and Environmental Microbiology, p. 818-825, oct/84.
- MELLO, L.G.F.S.; MOTIDOME, M.J.; MAGALHÃES, F.S.P. *Os Cemitérios Poluem?* Revista Saneamento Ambiental, n.34 e 35, 1995.

- PACHECO, A.; MENDES, J.M.B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A. A. *Cemeteries – A Potential Risk to Groundwater*. Water Science Technology; Vol. 24(11), p. 97-104, 1991.
- PACHECO, Alberto. Os Cemitérios como Risco Potencial para as Águas de Abastecimento. Revista SPAM. EMPLASA nº. 17, ago./86.
- SILVA, Lezíro M. *Cemitérios: Fonte Potencial de Contaminação dos Aqüíferos Livres*. 4º Congresso Latino-Americano de Hidrologia Subterrânea. Montevidéu, Uruguai – ALHSUD – 1998.
- SILVA, Lezíro M. *Os Cemitérios na Problemática Ambiental*. I Seminário Nacional "Cemitérios e Meio Ambiente", SINCESP e ACEMBRA. São Paulo, jun./95.
-

ANEXO 2: FICHA CADASTRAL DE ÁREAS CONTAMINADAS – 5101



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
FICHA CADASTRAL DE ÁREAS CONTAMINADAS – 5101

1. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA

1.1 Nº. de cadastro: 0200620 Nº. SIPOL:

1.2 Data da primeira inspeção: 07/07/2006 Data de atualização: 02/10/2006

1.3 Insetores: Fabio Luiz Vieira de Oliveira; Priscila Fujimori Okabayashi

1.4 Denominação atual do local: Cemitério Jardim dos Jesuítas

1.5 Endereço: Avenida Rotary, 3000

Distrito/Bairro: Jardim Flórida Novo CEP: 06810-240

Município: Embu Agência CETESB:

Administração regional: Zoneamento:

1.6 Latitude [7383875] Longitude [0315450] Folha topográfica: SF-23-Y-C-VI-I-SE-B

Datum/MC: Bacia Hidrográfica: Pirajussara

1.7 Tipo de fonte de contaminação: [5]

(1) Disposição de Resíduos (Preencher item 2)

(2) Área Industrial (Preencher item 3)

(3) Área Comercial (Preencher item 3)

(4) Posto de Serviço (Preencher item 3)

(5) Outras Fontes (Preencher item 4)

(6) Não conhecida (Preencher item 4)

1.8 Denominação da fonte: Cemitério

1.9 Código da atividade IBGE da fonte:

Descrição:

1.10 Situação da fonte quanto ao funcionamento

[X] Ativa(o) desde: 13/10/1982

[] Desativada(o) funcionamento de: até:

1.11 Área total da fonte e área afetada: 48.640 (m²) (CP1)

1.12 Classificação da área:

Classificação: (1) Área Potencial Motivo: (1) Identificação de AP

(2) Área Suspeita (2) Avaliação preliminar

(3) Área Contaminada (3) Investigação confirmatória

(4) Área Excluída (4) Remediação

Classificação

Data

Motivo

(1)	07/07/2006	(1)
(2)	02/10/2006	(2)

4. OUTRAS FONTES / FONTES NÃO CONHECIDAS

4.1 Tipo: [3] AP ()/AS (X)

- (1) Acidentes
- (2) Atividade agrícola
- (3) Cemitérios
- (4) Terminais de carga
- (5) Subestações de energia
- (6) Estações de bombeamento
- (7) Outras:
- (8) Não conhecida:

4.2 Causa [4] AS (X)

- (1) Colisão/tombamento de veículos
- (2) Corrosão de dutos
- (3) Vazamentos
- (4) Infiltração
- (5) Outras:
- (6) Não conhecida

4.3 Data da ocorrência: não especificada

4.4 Material/Resíduo

Denominação: resíduos funerários (não quantificado)
necrochorume (não quantificado)

4.5 Destino das substâncias/materiais envolvidos (PAS) AS (X)

- [] Água superficial
- [X] Infiltração no solo
- [] Infiltração em poços
- [] Estação de tratamento de esgotos do município
- [] Estação de tratamento própria
- [] Rede de esgoto/águas pluviais
- [] Inexistente
- [] Desconhecido

4.6 Existência de impermeabilização da superfície da área (PS) [9]

AS (X)

- (1) Inexistente (2) Atero argiloso (3) Atero arenoso
(4) Membrana (5) Dupla membrana (6) Argila e membrana
(7) Pavimentação com asfalto/cimento (8) Desconhecido
(9) Paralelepípedo/bloquete

5. DESCRIÇÃO DA ÁREA E SUAS ADJACÊNCIAS (raio de 1000 metros)

5.1 Substâncias presentes na área (CP2) AS (X)

Conf. Est.

- [] Solventes orgânicos não halogenados
 - [] Solventes orgânicos halogenados
 - [] Hidrocarbonetos clorados voláteis
 - [] Hidrocarbonetos clorados não voláteis (ex: PCB)
 - [] Dioxinas e furanos
 - [] Comp. org. nitrogenados, fosfatados e sulfurados (não agrotóxicos)
 - [] Hidrocarbonetos aromáticos (não PAH)
 - [] Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH)
 - [] Fenóis
 - [] Produtos da refinação do petróleo
 - [] Alcatrão e similares
 - [] Agrotóxicos
 - [] Ácidos, bases e anidridos
 - [] Metais, ligas e compostos metálicos
 - [] Compostos inorgânicos de elevada toxicidade (Cianetos, Fluoretos, Cromatos)
 - [] Substâncias utilizadas na indústria bélica
 - [X] Outros: lixíuame funerário (suspeita)
 - [] Desconhecido:

5.2 Ocupação do solo/áreas com bens a proteger: (CP3)

- Zona ferroviária
 - Zona viária
 - Estacionamento
 - Aeroporto
 - Área militar
 - Área comercial
 - Área industrial
 - Área/Bens de interesse público

- Mineração
- Utilidades (rede de esgoto, telefone,gás, etc)
- Residencial com hortas, alta dens.pop. (>=20 casas)
- Residencial com hortas, baixa dens.pop (<20 casas)
- Residencial sem hortas, alta dens.pop. (>=20 casas)
- Residencial sem hortas, baixa dens.pop (<20 casas)
- Parque, área verde
- Parque infantil/Jardim infantil
- Área de lazer e desportos/circulação
- Cemitério (*Strictu Sensu*)
- Escola/Hospital
- Hortas
- Área de pecuária
- Área agrícola
- Mata natural
- Área de proteção ambiental
- Área de proteção de mananciais
- Bacia hidrográfica para abastecimento
- Aquíferos importantes
- Zona de maior restrição de prot. dos mananciais
- Área inundável, várzea
- Represa para abastecimento público
- Água superficial para abastecimento público
- Poço para abastecimento público
- Poço para abastecimento domiciliar/industrial

5.3 Uso atual da área:

- Edificação industrial desativada
 - Edificação industrial com uso residencial
 - Edificação industrial com uso comercial
 - Edificação industrial com uso cultural
 - Edificação industrial com uso industrial
 - Edificação comercial
 - Edificação residencial
 - Edificação cultural
 - Edificação industrial
 - Sem edificações
 - Outros: Edificações (velório, prédio da administração, funerária e locais de sepultamento)
- 5.4 Existência anterior de outra fonte potencial de contaminação na área
- Industrial

- Comercial
 - Disposição de Resíduos
 - Posto de Serviço
 - Outros:
 - Inexistente
 - Desconhecido

5.5 Distância até a edificação mais próxima da área [1] (PA)

- (1) < 50 m (2) 50 - 100 m (3) 100 m - 500 m (4) > 500 m
(5) inexistente

5.6 Posição da área no relevo

- Várzea Fundo de vale

- Encosta Topo (predominante)

11 Cava de mineração

[] Outros:

Declividade [1]

- (1) 0% a 30% (2) 30% a 60% (3) $\geq 60\%$

5.7 Textura predominante do solo [1] (PAS)

- (1) Argilosa (2) Arenosa (3) Siltosa (4) Desconhecida

5.8 Existência de solo contaminado (confirmado por análise ou presença de produto/substância)

- (PS) AC ()
(1) Contaminado [] Profundidade 0 a 1m
(2) Não contaminado [] Profundidade >1m
(3) Análise não realizada
(4) Desconhecida

5.9 Variação do nível da água subterrânea na área. [X] Inferida [] Medida de: 776 a 780 m.

5.10 Nível sazonalmente mais elevado da água subterrânea [3] (PAS)

- (1) Em contato com o resíduo/solo contaminado
 - (2) Abaixo do resíduo/solo contaminado
 - (3) Desconhecido

5.11 Existência de água subterrânea contaminada por influência da área (confirmada por análise ou presença de produto/substância) (PAS)

AC()

[] Sim [] Não [] Desconhecida

5.12 Uso da água subterrânea afetada pela contaminação (PAS)

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| [] Abastecimento público | [] Abastecimento domiciliar |
| [] Irrigação/pecuária/piscicultura | [] Recreação |
| [] Industrial | [X] Desconhecido |
| [] Inexistente | |

5.13 Contexto hidrogeológico da área [6] (PAS)

- (1) Quaternário
- (2) Terciário em área de recarga
- (3) Terciário em área de descarga
- (4) Terciário – Formação Tremembé
- (5) Cristalino aflorante
- (6) Cristalino com manto argiloso em área de recarga
- (7) Cristalino com manto argiloso em área de descarga
- (8) Cristalino com manto arenoso em área de recarga
- (9) Cristalino com manto arenoso em área de descarga
- (10) Cárstico
- (11) Bauru
- (12) Serra Geral aflorante
- (13) Serra Geral com manto argiloso em área de recarga
- (14) Serra Geral com manto argiloso em área de descarga
- (15) Botucatu/Pirambóia
- (16) Passa Dois
- (17) Tubarão
- (18) Furnas
- (19) Desconhecido

5.14 Existência de água superficial contaminada por influência da área (confirmada por análise ou presença de produto/substância) (PASP)

AC ()

- [] Não
- [] Sim, utilizada para abastecimento público
- [] Sim, utilizada para abastecimento domiciliar
- [] Sim, não utilizada
- [] Sim, utilizada para irrigação/pecuária/piscicultura
- [] Sim, utilizada para pesca

- [] Sim, utilizada para recreação

[] Desconhecida

5.15 Possibilidade de influência direta da área sobre as águas superficiais (PASP)

AS (X)

[] Não

[] Sim, utilizada para abastecimento público

[] Sim, utilizada para abastecimento domiciliar

[X] Sim, não utilizada

[] Sim, utilizada para irrigação/pecuária/piscicultura

[] Sim, utilizada para pesca

[] Sim, utilizada para recreação

[] Desconhecida

5.16 Possibilidade de enchente na área e uso da água superficial no local (PASP)

AS (X)

[X] Não

[] Sim, utilizada para abastecimento público

[] Sim, utilizada para abastecimento domiciliar

[] Sim, não utilizada

[] Sim, utilizada para irrigação/pecuária/piscicultura

[] Sim, utilizada para pesca

[] Sim, utilizada para recreação

[] Desconhecida

5.17 Qualidade do ar do solo na área (confirmada por análise) [] (PA)

(1) Contaminado

(2) Não contaminado

(3) Análise não realizado

(4) Desconhecida

6. EVENTOS IMPORTANTES / EXISTÊNCIA DE RISCOS

6.1 Ocorrência de acidentes e/ou eventos importantes

AS (X)

[X] Recalque (PS)

[] Desabamento (PS)

[X] Erosão (PS)

[] Danos à vegetação(PS) (PA)

[] Dispersão de poeira contendo contaminantes do local (PS) (PA)

[] Danos aos animais (PS) (PA)

[X] Danos à saúde (PS) (PA)

- Danos materiais (PS) (PA)
- Explosão (PA)
- Incêndio (PA)
- Emanação perceptível de gases/vapores (PA)
- Proliferação de vetores (PS)
- Desconhecida (PS) (PA)
- Inexistente (PS) (PA)
- Outros (PS) (PA):

6.2 Erosão existente (tipo predominante) [3]

- (1) Inexistente
- (2) Laminar
- (3) Sulco
- (4) Vossoroca

6.3 Existência de risco em decorrência da contaminação do solo (PS)

AS (X)

- Não, assegurado por análises
- Sim, para saúde da população
- Sim, para animais
- Sim, para vegetação
- Desconhecida

6.4 Indicações perceptíveis na superfície do solo (PS)

AS (X)

- Presença do contaminante
- Odor
- Coloração
- Inexistente
- Desconhecida
- Outros:

6.5 Presença de gases/vapores nas edificações vizinhas [2] (PA)

AS (X)

- (1) Sim
- (2) Não
- (3) Desconhecida

7. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA ÁREA

7.1 Investigação confirmatória: Sim Não

Avaliação ambiental preliminar (AAP): AP ()/ AS (X) /AC ()

Executante da AAP: Fabio Luiz Vieira de Oliveira

Data de início: 07/07/2006 Data de encerramento: 02/10/2006

7.2 Investigação detalhada: Sim Não

Executante:

Data da início: Data de encerramento:

7.3 Avaliação de risco: Sim Não

Executante:

Data de início: Data de encerramento:

Existência de risco à saúde: Sim Não

7.4 Remediação: Sim Não AP ()/AC ()/AE ()

Firma executante:

Data de início: Data de encerramento:

Técnicas empregadas:

8. FONTES DE INFORMAÇÃO

(1) CETESB

(2) Prefeituras

(3) Pessoas do local

(4) Indústria

(5) Empresas

(6) Outras

Serviço Funerário Municipal

Prefeitura da Estância Turística de Embu das Artes

Funcionários do cemitério

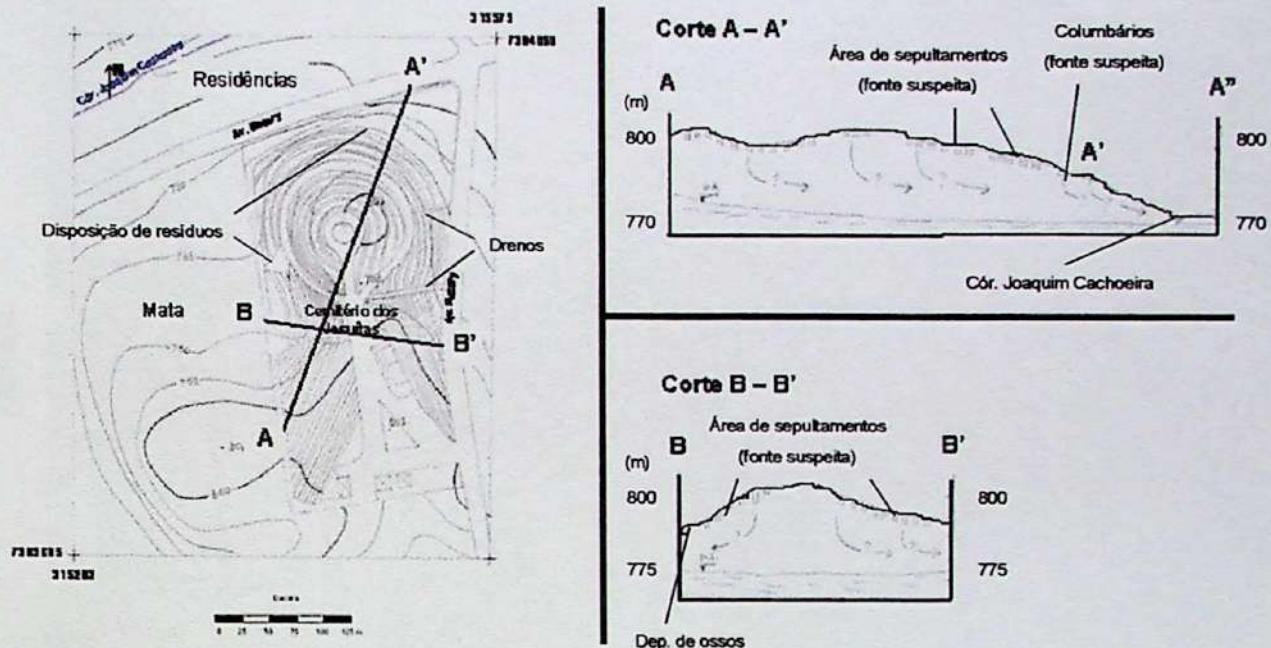
Moradores do entorno

9. OBSERVAÇÕES GERAIS

O aspecto geral da necrópole permite concluir que há problemas de ordem geotécnica, declividades excessivas, sepulturas em curva de nível etc. Também, problemas de ordem sanitária, tais como vasos com água parada (criadouros de mosquito); caçamba e recuo para lixo a céu aberto. O cemitério em questão tem projeto antigo e não consta nenhum dado técnico da construção na administração da mesma, sequer a planta da área (sob responsabilidade da Secretaria de Governo).

10. CROQUI DA ÁREA / MODELO CONCEITUAL

Croqui/Seção Esquemática



Modelo Conceitual [Utilizar as siglas P (com potencial), S (com suspeita) e C (confirmado)]

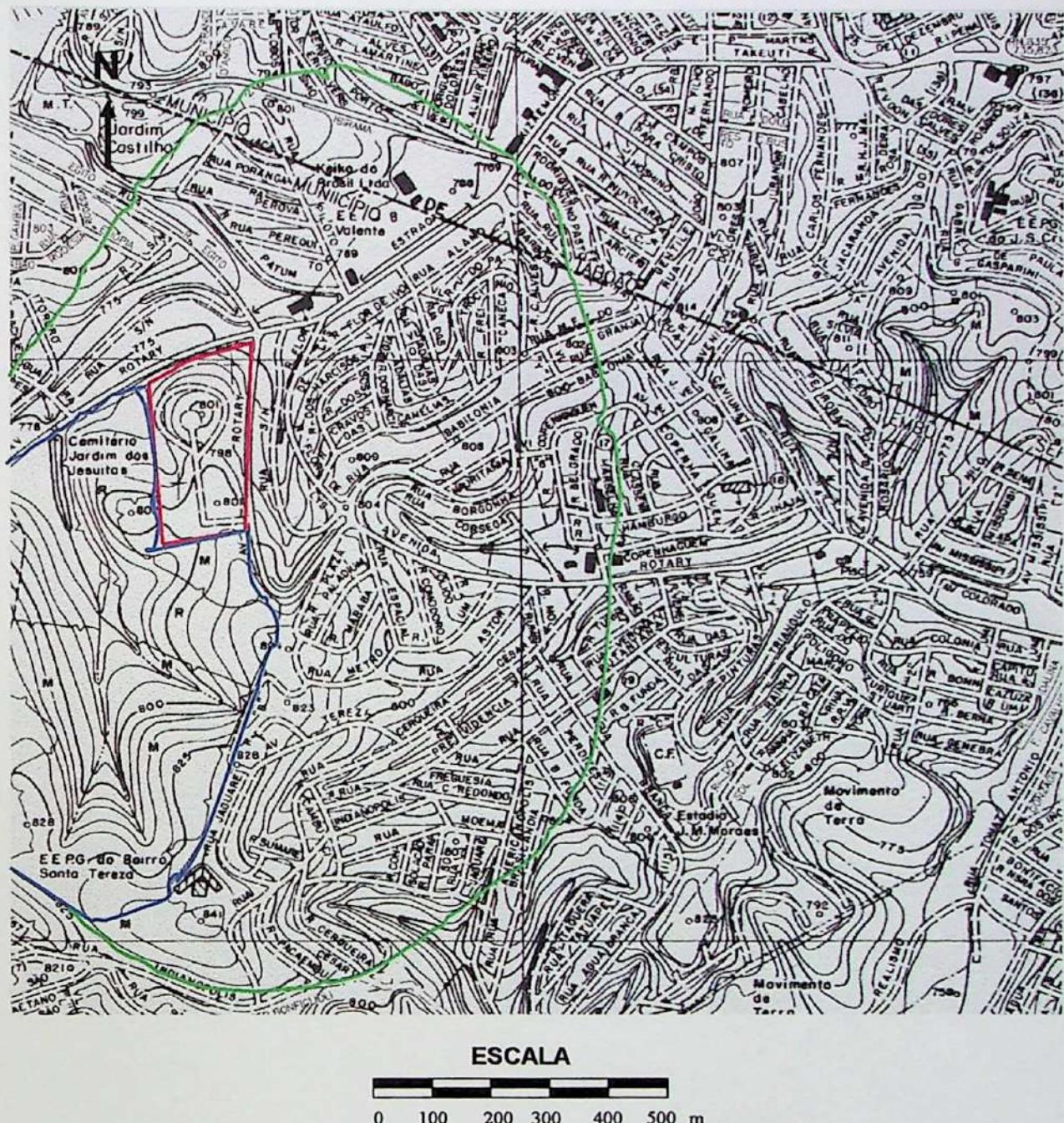
Fontes primárias	Mecanismos primários de liberação	Fontes Secundárias	Mecanismos secundários de liberação	Vias de transporte dos contaminantes	Receptores
Sepulturas (S)	Vazamento de necrochorume (S)	Solo contaminado (S)	Dispersão (S)	Água subterrânea e solo (S)	Córrego Joaquim Cachoeira (S) População vizinha (S)
Disposição de resíduos (S)	Infiltração no solo ou escoamento superficial (S)	<i>Idem</i>	Dispersão (S)	<i>Idem</i>	Córrego Joaquim Cachoeira (S) População vizinha (S)

11. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

0316000

7384000

7383000



LEGENDA

- Área fonte (site)
 - Zona residencial e comercial (bens a proteger)
 - Mata (bens a proteger)

**ANEXO 3: SONDAZENS ELÉTRICAS VERTICais
E CAMINHAMENTOS ELETROMAGNÉTICOS**

SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICais

Tabela A.1 Resistividade aparente da sondagem elétrica vertical 1.

SEV - 1				
AB/2	MN/2	K	$\Delta V/I$	ρ
1,5	0,5	6,28	41,3	259,36
2	0,5	11,78	16,2	190,84
3	0,5	27,48	8,82	242,37
4	0,5	49,48	4,3	212,76
5	0,5	77,75	2,77	215,37
6	0,5	112,31	2,07	232,48
8	0,5	200,27	1,22	244,33
10	0,5	313,37	0,837	262,29
15	0,5	706,07	0,378	266,89
15	2	173,57	2,02	350,61
20	0,5	1255,85	0,292	366,28
20	2	311,01	1,228	381,92
30	2	703,31	0,629	442,38
40	2	1253,49	0,275	344,7
50	2	1960,35	0,167	327,38
60	2	2284,29	0,112	316,32
80	2	5023,4	0,055	276,39
100	2	7850,84	0,034	266,93

Tabela A.2 Resistividade aparente da sondagem elétrica vertical 2.

SEV - 2				
AB/2	MN/2	K	$\Delta V/I$	ρ
1,5	0,5	6,28	71,5	449,02
2	0,5	11,78	40,6	478,29
3	0,5	27,48	15,97	438,85
4	0,5	49,48	9,36	463,13
5	0,5	77,75	5,04	391,86
6	0,5	112,31	3,5	393,1
8	0,5	200,27	2,04	408,55
10	0,5	313,37	1,5	470,05
15	0,5	706,07	0,786	554,97
15	2	173,57	2,62	454,75
20	0,5	1255,85	0,369	463,9
20	2	311,01	1,521	473,05
30	2	703,31	0,639	449,67
40	2	1253,49	0,336	421,17
50	2	1960,35	0,192	376,97
60	2	2284,29	0,17	478,99
80	2	5023,4	0,102	513,39
100	2	7850,84	0,057	445,93

Tabela A.3 Resistividade aparente da sondagem elétrica vertical 3.

SEV - 3				
AB/2	MN/2	K	$\Delta V/I$	ρ
1,5	0,5	6,28	60	376,8
2	0,5	11,78	42,1	495,94
3	0,5	27,48	22,2	610,06
4	0,5	49,48	15,61	772,38
5	0,5	77,75	10,66	828,81
6	0,5	112,31	6,63	744,61
8	0,5	200,27	4,41	883,19
10	0,5	313,37	3,09	968,31
15	0,5	706,07	1,641	1158,66
15	2	173,57	6,4	1110,85
20	0,5	1255,85	0,94	1180,55
20	2	311,01	4,02	1250,26
30	2	703,31	1,78	1251,89
40	2	1253,49	0,951	1192,07
50	2	1960,35	0,579	1135,04
60	2	2284,29	0,379	1070,4

ESTUDOS ELETROMAGNÉTICOS

Tabela A.4 Condutividade aparente do EM-34 [1].

EM-34 [1] - Condutividade aparente (mS/m)			
Ponto	EM34-H	EM34-V	Observação
1	16	14	
2	14	14,5	
3	10	11,5	
4	10	11,5	
5	8,5	9,5	
6	8	12	
7	9	10	
8	9	10	
9	11	10	
10	8	10	
11	9	11	
12	10,5	12	
13	9	10	
14	9,5	10	
15	11	9,5	
16	7	15	
17	4	19	próx. dep. de ossos
18	9	10,5	
19	10	9	
20	9	12	
21	6	20	
22	7	19	
23	7	13	
24	7	10	
25	5	10	
26	5	7	

Distância entre bobinas: 10 m.
Linha 1 executada em 02/10/2006.

Tabela A.5 Condutividade aparente do EM-34 [2].

EM-34 [2] - Condutividade aparente (mS/m)			
Ponto	EM34-H	EM34-V	Observação
1	24	24	
2	32	26	
3	22	34	
4	22	24	
5	20	24	
6	22	24	
7	20	27	
8	16	26	
9	15	25	
10	15	25	
11	17	29	
12	24	22	
13	22	48	
14	19	44	próx. columbário
15	18	42	
16	16	44	
17	18	30	
18	20	20	
19	14	20	
20	18	20	

Distância entre bobinas: 10 m.
Linha 2 executada em 06/10/2006.

Tabela A.6 Condutividade aparente do EM-34 [3].

EM-34 [3] - Condutividade aparente (mS/m)			
Ponto	EM34-H	EM34-V	Observação
1	15	20	
2	17	17	
3	18	20	
4	17	14	
5	20	18	
6	19	19	
7	19	17	
8	16	18	
9	17	15	
10	17	19	
11	18	21	
12	18	17	
13	19	18	
14	17	21	
15	20	21	
16	17	18	
17	18	18	
18	17	19	
19	15	18	
20	17	18	
21	16	20	
22	19	18	
23	16	19	
24	18	21	
25	19	25	
26	21	36	
27	36	60	próx. dep. de ossos
28	32	36	
29	44	30	
30	34	22	

Distância entre bobinas: 10 m.
Linha 3 executada em 06/10/2006.

DOAÇÃO
IGC-057
Data: 07.10.108

