

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Avaliação do potencial de poluição no solo e nas
águas subterrâneas decorrente da atividade
cemiterial**

Ana Paula Silva Campos

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública para
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Wanderley da Silva
Paganini

São Paulo
2007

Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial

Ana Paula Silva Campos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Wanderley da Silva Paganini

São Paulo
2007

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa, como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, ao meu pai (*in memoriam*), à minha mãe e aos meus irmãos.

Ao orientador Professor Doutor Wanderley da Silva Paganini da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Aos Professores Doutores Pedro Caetano Sanches Mancuso e José Luiz Negrão Mucci da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e aos Doutores Elton Gloeden e Maria Inês Zanoli Sato da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB.

Agradecimentos aos colegas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB: Economista Alaôr Lineu Ferreira, Engenheiro Alcides Diniz Garcia Júnior, Administrador Antonio Zani, Administradora Arlete Padilha Bueno, Biólogo Carlos Jesus Brandão, MSc. Carlos Roberto dos Santos, Doutora Déborah Arnsdorff Roubicek, Administrador Edgard José Laborde Gomes, Doutora Elayse Maria Hachich, Engenheira Elza Yuriko Onishi Bastian, Técnica Judith Brody Yamauti, Engenheira Maria José Muniz Rocha, Engenheiro Milton Norio Sogabe, Administrador Nelson Tadeu Augusto da Fonseca, colegas da equipe de trabalho: Ellen Galvão Fonseca, Kátia de Oliveira Leite, Manoel da Silva, Maria Celeste Rigüero Leme e Michelle Brito Felix de Oliveira e Professora Doutora Maria Tereza Pepe Razzolini da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Aos companheiros do Grupo de Orientação do Professor Wanderley Paganini: Doutorando Alceu Galvão, Mestranda Camila Brandão, Mestranda Claudia Gomes, MSc. Luiz Romeu, MSc. Miriam Moreira Bocchiglieri e Doutora Patrícia Teixeira Mendes.

Aos profissionais que concederam entrevistas para este trabalho: Professor Doutor Alberto Pacheco do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo,

Engenheiro Alfredo Carlos Cardoso Rocca e Engenheiro Marcelo de Souza Minelli da CETESB.

Ao Engenheiro Flávio Magalhães da Associação Cemitérios do Brasil pelo fornecimento de bibliografia referente ao tema e pelos valiosos comentários sobre o texto da dissertação.

À Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB e Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – USP pela oportunidade e importantes informações que fundamentaram esta Dissertação.

RESUMO

Campos APS. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2007.

Em boa parte da sociedade ocidental a morte é vista como um evento perturbador e marcante, apesar disto o tema tem inspirado uma série de publicações. Por outro lado, a atividade cemiterial, tópico também marcante e perturbador, e que pode causar possíveis danos ao meio ambiente e à saúde pública, tem muito pouco material publicado. No que concerne ao meio ambiente e à saúde pública, os cemitérios apresentam a potencialidade de comprometer a qualidade do solo e das águas subterrâneas, face ao processo de decomposição dos corpos dispostos no subsolo. Os cemitérios implantados podem constituir-se numa fonte com risco de contaminação, podendo causar alterações físicas, químicas e biológicas no solo, nas águas subterrâneas e superficiais. Para minimizar o risco de infiltrações e a contaminação das águas subterrâneas é recomendável manter estanque a base das sepulturas e a utilização de locais com aquíferos a grandes profundidades. Em condições favoráveis, a carga patogênica associada poderá ser eliminada pelo processo de autodepuração biológica e físico-química do solo. É importante a conscientização da população, com vistas à proteção, limpeza e desinfecção da água de poços, além de cuidados por parte dos cemitérios, no sentido de conhecer a qualidade do lençol freático e sua potabilidade, que devem conduzir monitoramento hidrogeológico periódico. Deve-se manter licenciamento, fiscalização, monitoramento e acompanhamento rigorosos. A implantação e a operação de cemitérios devem ser conduzidas com as melhores técnicas de proteção e preservação do meio ambiente, com amplos estudos ambientais prévios e um alto padrão de operação, respeitando as condições sanitárias estabelecidas e fixando faixas de proteção como forma de garantir a qualidade das águas e seu uso para abastecimento público. O risco potencial de poluição pelos cemitérios pode existir,

porém se a implantação e o gerenciamento forem adequados, este poderá ser mínimo, se comparado ao potencial poluidor de outras atividades antrópicas.

Descritores: Contaminação. Cemitério. Qualidade do solo. Qualidade das águas subterrâneas. Condições sanitárias e ambientais.

ABSTRACT

Campos APS. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. /Assessment of contamination potential in soil and groundwater due to cemetery activity [dissertation]. São Paulo (BR): Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2007.

In the western society death is seen as a disturbing and marked event, even so this issue has inspired several papers about. In the other hand, cemetery activity that are also a marked and disturbing issue and beside that can cause possible damages to the environment and public health, have inspired few papers about. Concerning the environment and public health, the cemeteries present a potential on jeopardizing soil and groundwater quality due to the decomposition process of the bodies buried in the subsoil. The existing cemeteries can be a high risk source of contamination, and can cause also physical, chemical and biological alterations in the soil, groundwater and surface water. In order to minimize the infiltration risk and the groundwater contamination it is recommendable to keep sealed the bottom of the grave and make use of site with a very deep of water table level. In favorable conditions, the pathogenic associated load can be eliminated by the biological and physical-chemical self-purification process of the soil. It is important the population conscientiousness, viewing water wells cleanness, protection and the prevention of any infection, and beside that, the cemeteries owners in order to know the groundwater quality, they must perform periodical hydrogeological monitoring. It must be kept rigorous processes of permitting, inspection, compliance and monitoring. The construction and operation of cemeteries must be conducted using the best techniques for the environmental protection and conservation, and after an extensive previous environmental studies and an high standard operation, in compliance with all sanitary requirements and setting protection zones as one of the way to protect the water quality and its use as a public water supply. The potential risk of pollution from the cemeteries exists, but if the implementation and the management are adequate, the

risk could be minimized, even comparing to the polluter potential of other anthropic activities.

Descriptors: Contamination. Cemetery. Soil quality. Groundwater quality. Environmental and sanitary conditions.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1 CONCEITUAÇÃO	16
3.1.1 Definição de Cemitério	16
3.1.2 Tipos de Sepultamentos	16
3.1.3 Tipos de Cemitérios	17
3.1.4 Fenômenos Transformativos.....	26
3.1.5 Composição do Necrochorume.....	31
3.1.6 Gerenciamento de Áreas Contaminadas	33
3.2 ASPECTOS CULTURAIS E SOCIAIS	35
3.3 ASPECTOS LEGAIS	43
3.3.1. Âmbito Federal.....	44
3.3.2. Âmbito Estadual.....	48
3.4 POTENCIAL DE POLUIÇÃO.....	62
3.5 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS.....	63
3.5.1. Doenças de Veiculação Hídrica	66
3.6 POLUIÇÃO DO SOLO	72
3.7 CEMITÉRIOS E MEIO AMBIENTE	76
3.8 CONSOLIDAÇÃO DE ESTUDOS REALIZADOS.....	78
3.9 CRITÉRIOS PARA CONSTRUÇÃO DE CEMITÉRIOS EM MEIO URBANO	93
3.10 RESSALVAS COM RELAÇÃO AO POTENCIAL DE POLUIÇÃO	98
3.11 PROCESSOS DE DESCONTAMINAÇÃO DE SUBSOLO NAS ÁREAS DE CEMITÉRIOS	101
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	102

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
5.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS.....	112
5.1.1. Súmula das entrevistas.....	116
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	117
7. REFERÊNCIAS.....	119
ANEXO 1 - ENTREVISTA: ALBERTO PACHECO.....	126
ANEXO 2 – ENTREVISTA: ALFREDO CARLOS CARDOSO ROCCA.....	131
ANEXO 3 – ENTREVISTA: MARCELO DE SOUZA MINELLI.....	134
GLOSSÁRIO.....	138

1. INTRODUÇÃO

Em boa parte da sociedade ocidental a morte é vista como um evento perturbador e marcante às pessoas, apesar disto o tema tem inspirado uma série de publicações. Por outro lado, a atividade cemiterial, tópico também marcante e perturbador, e que pode causar possíveis danos ao meio ambiente e à saúde pública, tem muito pouco material publicado, o que torna o assunto abrangente e com necessidade de abordagem interdisciplinar (PACHECO⁵³, 2000; BORGES¹¹, 2002).

Mesmo assim, ao longo dos tempos, as práticas funerárias evoluíram desde a época das cavernas até a atualidade, e sempre houve a preocupação de destinação dos cadáveres pelo homem, de acordo com suas crenças e circunstâncias sociais e econômicas (PACHECO⁵³, 2000).

Segundo PACHECO⁵³ (2000), o sepultamento dos corpos iniciou-se aproximadamente 100 mil anos a.C. (antes de Cristo), com sepulturas construídas no solo, no interior de grutas, sendo que os principais cemitérios com sepulturas agrupadas surgiram a partir de dez mil anos a.C.

A partir da idade média, registros históricos demonstraram que os mortos de origem sócio-econômico-política mais privilegiada eram sepultados em igrejas ou imediações, no solo ou em sarcófagos de pedra, diferentemente dos plebeus, que eram sepultados nos campos afastados das cidades, em valas comuns (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; PACHECO⁵³, 2000; SILVA⁶⁴, 2000).

Os cemitérios individualizados, caixões individuais e sepulturas para famílias apareceram no final do século XVIII, na época em que a medicina urbana analisava lugares de acúmulo e amontoamento de tudo que pudesse provocar doenças, lugares de formação e difusão de fenômenos epidêmicos ou endêmicos (FOUCAULT³², 1992).

Culturalmente, acredita-se que o cristianismo ensinou à sociedade moderna o culto

aos mortos, mas a individualização surgiu por razões de saúde pública. Os médicos recomendavam o isolamento dos mortos, para que os vivos estivessem protegidos da influência dos mortos, o que resultou na proibição dos enterros nas igrejas, e na mudança dos cemitérios para a periferia das cidades. Essa atitude foi fundamentada na doutrina dos miasmas, desenvolvida pela ciência, que acreditava que as matérias orgânicas em decomposição (dentre elas os cadáveres humanos), sob a influência de elementos atmosféricos, como por exemplo, temperatura, umidade e direção dos ventos, geravam miasmas ou vapores nocivos à saúde e infectavam o ar (FOUCAULT³², 1992; SILVA⁶⁴, 2000).

Um exemplo de preocupação médica, e não uma idéia cristã, foi a consulta realizada a um dos grandes químicos daquela época, para saber como proceder contra a influência do Cemitério Saints Innocents em Paris. O químico Fourcroy recomendou a transferência do cemitério, estudou as relações entre o organismo vivo e o ar respirado e foi encarregado da sanção da polícia médica urbana pelo exílio dos cemitérios (FOUCAULT³², 1992; PACHECO et al.⁵⁶, 1993).

Na Antigüidade, os cemitérios situavam-se fora das cidades, ao longo das estradas, afastados dos centros urbanos, mas com a urbanização tornaram-se ilhados por bairros, o que retornou a aproximação dos vivos aos mortos (SILVA⁶⁴, 2000).

No que concerne ao meio ambiente e à saúde pública, os cemitérios apresentam a potencialidade de comprometer a qualidade do solo e das águas subterrâneas, face ao processo de decomposição dos corpos dispostos no subsolo.

A interação dos cadáveres com o meio geológico, os processos de putrefação e decomposição dos corpos, os processos transformativos que chegam a um estado de mineralização das partes orgânicas, a atuação de microrganismos, a ocorrência de poluição e contaminação do solo e das águas subterrâneas pelos efluentes cadavéricos são os fatores potencialmente poluidores (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; SILVA⁶⁶, 1995; CETESB²⁰, 1999).

Por outro lado, autores como ARANTES⁹ (1995), DELMONTE²⁹ (1995) e MAGALHÃES³⁸ et al. (1999) citam que os resíduos sólidos, líquidos e gasosos resultantes da decomposição de corpos (putrefação) fazem parte de um processo biológico conhecido e orgânico, mensurável quantitativa e qualitativamente, e um fator de equilíbrio, ajuste e manutenção da vida na Terra.

Os mesmos autores comparam a atividade cemiterial a dejetos de habitações ou indústrias e enfatizam que esses dejetos podem ser compostos por substâncias orgânicas e/ou químicas não degradáveis, metais pesados e ácidos, dentre outros, o que pode tornar a dinâmica e o grau de poluição imponderáveis e de difícil qualificação, ou seja, enfatizam que modificações, contaminações e destruições significativas ao ambiente são causadas pelos vivos e não pelos mortos.

No entanto, no que tange à questão técnico-operacional para a implantação e operação de cemitérios destinados ao sepultamento no subsolo, como empreendimentos otimizados, é preciso atender requisitos e condições técnicas e científicas, visando a proteção e preservação do ambiente (CETESB²⁰, 1999; PACHECO⁵³, 2000; SILVA⁶⁵, 2001).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é consolidar estudos realizados para avaliar o potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial, bem como avaliar a inter-relação deste aspecto com os riscos para a saúde da população.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar, por meio de dados secundários, o potencial de poluição de origem física, química e biológica no solo e água subterrânea em áreas de cemitérios.
- Identificar e sugerir medidas preventivas à poluição na implantação e operação de cemitérios.
- Identificar e sugerir medidas mitigadoras na implantação e operação de cemitérios.
- Verificar possíveis tipos de medidas corretivas decorrente de área contaminada por cemitérios.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CONCEITUAÇÃO

Para que se tenha noção do escopo da atividade cemiterial, neste capítulo são apresentados os conceitos relativos à definição e tipos de cemitério, tipos de sepultamentos, fenômenos transformativos passíveis de ocorrerem no processo da decomposição e o conseqüente produto gerado, bem como aspectos relativos ao gerenciamento de áreas contaminadas.

3.1.1 Definição de Cemitério

A palavra cemitério, originária do grego *koumeterian* e do latim *coemeterium*, significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram e guardam os mortos e tem como sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e última morada.

Com o advento do cristianismo, o termo tomou o sentido de local de descanso após a morte, a “cidade dos mortos” para o enterramento de cadáveres, onde se espera a ressurreição quando soar a hora do Juízo Final. É o recinto no qual se realiza a sepultura por inumação, ou seja, enterramento direto no solo, porém essa expressão é utilizada para designar as diversas formas de sepulturas e túmulos utilizados pelos diferentes povos (LOUREIRO³⁷, 1977; FERREIRA³¹, 1988; PACHECO et al.⁵⁶, 1993; SILVA⁶⁴, 2000; MATOS⁴², 2001; BROWN¹⁴, 2004).

3.1.2 Tipos de Sepultamentos

A inumação é o ato de enterrar o cadáver em cova aberta e aterrada a profundidades de 1,10 a 1,50 metros, ou colocá-lo à superfície coberto por terra e pedras, ou depositá-lo em cavidade ou caixa devidamente resguardada. É um processo muito comum nos cemitérios de periferia e de pequenas cidades interioranas. No entanto,

utiliza-se este termo para definir toda forma de sepultamento, independentemente do tipo de cemitério utilizado.

Já a tumulação é o ato de sepultar o cadáver em carneiros, popularmente conhecidos por gavetas, construídas parcial ou totalmente subterrâneas, em alvenaria ou concreto e formato de caixas retangulares, com profundidade máxima de cinco metros, as quais recebem os caixões e são lacradas (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; PACHECO⁵³, 2000).

3.1.3 Tipos de Cemitérios

Os primeiros cemitérios surgiram a partir de dez mil anos a.C. entre o período paleolítico e o neolítico, com sepulturas agrupadas, túmulos individuais e coletivos.

Há cerca de cinco mil anos a.C. na Europa, utilizavam-se como túmulos coletivos os megálitos (Figura 1), que eram arquiteturas monumentais, formados por grandes blocos de pedra e destinava-se a sepultamentos sucessivos de determinada comunidade, com grande variedade de práticas mortuárias: inumação, incineração, mumificação e colocação de cadáveres comprimidos em potes.

Figura 1 – Foto de túmulos coletivos, os chamados megálitos (Stonehenge, IV milênio a.C., Inglaterra).



Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%A1lito>

No Egito, há cerca de três mil anos a.C., os mortos eram enterrados em simples covas abertas na terra, independentemente da classe social. Com as cheias do rio Nilo, nos terrenos baixos e alagadiços, atingidos também por vento, ocorria desenterramento dos cadáveres e os faraós e cortesãos preocuparam-se com esse problema e as sepulturas passaram a ser cobertas e protegidas com construções de tijolos, gesso e outros materiais. Com a evolução, surgiram as pirâmides, grandes construções imponentes, destinadas a sepulturas para a realeza, com túmulos individuais e para poucas pessoas. Para formar necrópoles, eram construídas tumbas mais modestas próximas às pirâmides (Figura 2).

Figura 2 – Foto de pirâmides.



Disponível em: http://br.geocities.com/quartzo46/giza_pyramids.htm.

Em Roma, as práticas mais comuns de sepultamento eram o embalsamamento do corpo ou a incineração com o recolhimento das cinzas em urnas colocadas em sepulcros. A inumação só passou a ser praticada com a difusão do Cristianismo. Os cristãos passaram a sepultar os mortos em catacumbas (Figura 3), que eram grandes galerias subterrâneas ou grutas, constituídas de tumbas ou câmaras sepulcrais ao longo das paredes dessas galerias com capacidade para um, dois ou três corpos envolvidos em mantas.

Figura 3 – Foto de catacumbas.



Disponível em: <http://es.wikipedia.org/wiki/Catacumbas>.

No século I, surgiram os cemitérios cristãos e a Igreja estabeleceu como norma a prática da inumação.

Nessa época, os mortos eram sepultados longe das cidades, por razões higiênicas, proibição constante da lei das Doze Tábuas e do Código de Teodósio.

No período compreendido entre a Idade Média e o século XVIII, os mortos voltaram a ser sepultados em cemitérios de cidades ou vilas, nas imediações ou no interior de igrejas, mosteiros e conventos, no solo ou em sarcófagos de pedra, dependendo da situação sócio-econômico-política. A escolha do local de sepultamento nas igrejas dependia do donativo ao clero e aos pobres: os cadáveres podiam ser enterrados no altar, nos corredores laterais e centrais ou no pátio externo. Se fossem cidadãos que não dispunham de recursos, eram enterrados ao longo das estradas, nos campos afastados, em valas comuns (PACHECO⁵³, 2000; REZENDE⁶¹, 2004).

Ainda no século XVIII, surgiu a proibição dos sepultamentos em templos, fundamentada na doutrina dos miasmas, pois os médicos recomendavam o isolamento dos mortos, para fins de proteção aos vivos, e acreditavam que a matéria orgânica em decomposição, inclusive de cadáveres humanos, sob a influência de elementos atmosféricos, como a temperatura, a umidade e a direção dos ventos, poderiam gerar miasmas ou vapores nocivos à saúde e infectar o ar (FOUCAULT³², 1992; PACHECO⁵³, 2000; SILVA⁶⁴, 2000).

Em Portugal houve resistência à construção de cemitérios públicos até o ano de 1835, quando se tornou obrigatória em todas as povoações, em defesa da salubridade pública e necessidade de observação de normas sanitárias (PACHECO⁵³, 2000).

No Brasil, inicialmente, por influência dos portugueses, os sepultamentos eram realizados no interior das igrejas e no seu entorno. Desde o final do século XVIII, os médicos já estavam preocupados com essa questão e defendiam a localização ideal dos cemitérios fora das cidades, em terrenos arejados, longe das fontes de água e onde os ventos não soprassem sobre as cidades.

Em 1828, a lei imperial determinou a construção de cemitérios campais longe das cidades, por questões estéticas e de saneamento, mas só entrou em vigor no ano de 1836, com a Cemiterada, que foi uma resistência física por parte de organizações católicas, as quais protestavam em oposição ao enterramento no cemitério campal construído na cidade de Salvador, na Bahia. A multidão se revoltou contra a lei que proibia os enterros nas igrejas e destruiu o cemitério (PACHECO⁵³, 2000; SILVA⁶⁴, 2000).

A partir daí, surgiram muitos cemitérios campais, como, por exemplo, o Cemitério da Consolação, na capital do Estado de São Paulo, que, na época de sua construção era distante da cidade e, com a urbanização, tornou-se ilhado no centro urbano, fato comum na maioria das cidades (PACHECO⁵³, 2000).

Normalmente, os cemitérios são construídos próximos às comunidades, não somente por circunstâncias culturais e religiosas, mas também por questões sócio-econômicas de valorização de áreas envoltórias de cemitérios, de pressões demográficas e de capitalização da urbanização (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998; REZENDE⁶¹, 2004).

Os tipos de cemitérios existentes atualmente no Brasil e no mundo estão descritos a seguir, com suas vantagens e desvantagens.

3.1.3.1 Cemitério Tradicional

Os cemitérios tradicionais são necrópoles compostas por alamedas pavimentadas, que contêm túmulos semi-enterrados, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, monumentos funerários revestidos de mármore e granito, com pouca ou nenhuma arborização, tal como ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Foto de cemitério tradicional.



Disponível em: <http://www.artefuneriabrasil.com.br/portugues/index.htm>.

De forma geral, neste tipo de cemitério os corpos são enterrados diretamente no solo.

Como vantagem, pode-se citar a facilidade de decomposição, em função do contato do corpo inumado com o solo.

Em contrapartida, podem-se enumerar as desvantagens: possibilidade de contaminação de águas superficiais e subterrâneas, ocupação de grandes áreas, alto custo, devido à preocupação com ostentação, necessidade de solo adequado para essa finalidade, ambiente acinzentado que afeta a estética urbana e pode gerar impactos psicológicos em pessoas sensíveis, além da possível proliferação de insetos como os mosquitos transmissores de dengue e febre amarela, e artrópodes como escorpiões encontrados em locais escuros, úmidos e abrigados, por causa da existência de baratas (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; PACHECO⁵³, 2000).

3.1.3.2 Cemitério-Parque ou Jardim

Cemitério construído com carneiros, popularmente chamados de gavetas no solo, cobertos por gramados e árvores, isentos de construções tumulares.

Os sepultamentos são feitos por tumulação e as sepulturas são identificadas por uma lápide de pequenas dimensões, ao nível do chão.

A apresentação uniforme das sepulturas proporciona o mesmo padrão para os usuários, independentemente da classe social, com aspecto menos austero que as necrópoles tradicionais por ter como características belos gramados e muitas árvores, conforme ilustra a Figura 5. Este tipo de estilo funerário tem sido cada vez mais utilizado nas cidades, como forma de integração dos cemitérios no ambiente urbano. Estes fatores podem ser considerados como vantagens.

Figura 5 – Foto de cemitério-parque ou jardim.



Disponível em: <http://www.cemiteriojaragua.com.br/br/galeria.php>.

Já a falta de tratamento do necrochorume e dos gases, a influência nas águas subterrâneas e a utilização de várias gavetas a baixas profundidades (próximas aos aquíferos) podem ser consideradas como desvantagens (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; PACHECO⁵³, 2000; SEMA⁶², 2005).

3.1.3.3 Cemitério Vertical

Este tipo de cemitério é construído de forma vertical, acima do nível do solo, sem contato com a terra; os corpos são sepultados separadamente em gavetas, um ao lado do outro, formando andares, conforme ilustrado na Figura 6, e a circulação de visitantes é feita por meio de escadas ou elevadores e corredores.

Figura 6 – Foto de cemitério vertical.



Disponível em: http://www.memorialsantos.com.br/nova_ala_1.html.

Em cada sepultura existe um tubo de ventilação, interligado a um tubo central para expelir os gases gerados na decomposição. O necrochorume também gerado na decomposição é seco por circulação do ar e polimerização, não tendo contato com o solo e águas subterrâneas.

Estas construções apresentam algumas vantagens, tais como a utilização de áreas menores, ausência de interferência do necrochorume e resíduos nas águas subterrâneas, baixa exigência quanto ao tipo de solo, e facilidade de sepultamento e visitas em dias chuvosos.

Como desvantagens, pode-se enumerar a liberação de gás sem tratamento e a necessidade de maiores cuidados na construção, para se evitar vazamento de necrochorume e eventual emissão de odor (PACHECO et al.⁵⁶, 1993).

3.1.3.4 Crematório

O crematório destina-se à incineração de cadáveres. É composto por fornos com filtros para retenção de material particulado, que cremam corpos em compartimentos isolados. Cada corpo permanece durante uma hora no local, e após esse período restam apenas cinzas, que são entregues aos familiares depois de sete dias, em urna apropriada.

A instalação de crematórios apresenta como vantagens a não interferência do necrochorume nas águas subterrâneas, a destruição de microrganismos que poderiam interferir no ambiente e a ocupação de pequena área.

Existem desvantagens na instalação de crematórios, como a produção de resíduos na combustão de corpos e também a pouca aceitação por questões sociais, religiosas e culturais (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; SILVA⁶⁴, 2000).

3.1.4 Fenômenos Transformativos

O corpo humano enquanto vivo permanece em equilíbrio com o meio ambiente, porém, após a morte, os cadáveres sepultados, seja por inumação ou tumulação, se transformam e têm os tecidos do corpo destruídos por ação de bactérias e enzimas decompositoras de matéria orgânica, resultando na dissolução gradual e liberação de gases, líquidos e sais para o meio ambiente, ou seja, estão sujeitos a fenômenos transformativos, que podem ser divididos em fenômenos transformativos destrutivos e fenômenos transformativos conservadores (PACHECO^{54,53}, 1995,2000; MATOS⁴², 2001).

De acordo com PACHECO e BATELLO⁵⁰ (2000) e PACHECO⁵³ (2000), cemitérios mal implantados geológica e hidrogeologicamente e mal operados técnica e sanitariamente, além dos fatores ambientais como temperatura, umidade, ventilação e

tipo de solo são os maiores influenciadores da aceleração ou retardamento dos fenômenos transformativos:

- as temperaturas mais favoráveis para a transformação e a atividade microbiológica estão em torno de 25 a 35°C, pois altas temperaturas influenciam a evaporação da água contida no corpo e as fermentações, diferentemente das baixas temperaturas, que podem retardar a putrefação;
- a umidade influencia na degradação da matéria orgânica e sobrevivência de microrganismos, sendo que o excesso ou a escassez de água prejudica e retarda a putrefação, ocasionando os fenômenos conservadores;
- a ventilação acelera o processo de decomposição, por permitir a ação de microrganismos e organismos aeróbios, sendo que ela é mais rápida nos sepultamentos por inumação do que nos por tumulação, que isola o cadáver;
- e o solo que é naturalmente degradador de matéria orgânica que esteja enterrada na zona não saturada. Porém a degradação é dependente das condições de permeabilidade e estrutura do solo que deve ter relação com as condições acima citadas. Como exemplo, pode-se citar o solo argiloso, que, por sua baixa porosidade e impermeabilidade, dificulta a putrefação.

SILVA⁶³ (1999) afirma que algumas condições específicas são favoráveis e influenciam a decomposição, tais como, idade (recém-nascidos decompõem-se mais rápido que os adultos), constituição do corpo (indivíduos mais obesos transformam-se com mais rapidez) e *causa-mortis* (a putrefação é acelerada em corpos que sofreram mutilações, infecções ou estados gangrenosos).

3.1.4.1 Fenômenos Transformativos Destrutivos

Este fenômeno putrefativo de ordem física e química ocorre normalmente nos cemitérios, após o sepultamento do cadáver.

O processo de putrefação é decorrente de fenômenos biológicos, físicos e químicos, pode ser observado 24 horas após a morte, e dura alguns meses até vários anos, dependendo da ação ambiental (PACHECO⁵³, 2000; MATOS⁴², 2001).

Caracterizada pela atuação de microrganismos, a putrefação inicia-se com bactérias endógenas intestinais saprófitas, consideradas anaeróbias, oriundas do cadáver e do meio, tais como *Neisseriaceae*, *Pseudomonadaceae* e *Clostridium*. Influencia-se por conjunto de fatores inerentes e intrínsecos ao cadáver, como a idade, a composição do corpo e a *causa-mortis*, e por fatores extrínsecos, conhecidos por fatores ambientais, como a temperatura, a umidade, a aeração, a constituição mineralógica, a permeabilidade do solo e a presença de insetos e larvas (PACHECO^{54,53}, 1995, 2000; SILVA⁶³, 1999).

PACHECO et al.⁵⁶ (1993) relatam que durante o processo de putrefação, além dos microrganismos degradadores de corpos, proliferam também agentes infecciosos, quando a morte ocorre por moléstia contagiosa ou epidemia.

Segundo MARINHO³⁹ (1998), SILVA⁶³ (1999) e PACHECO⁵³ (2000), a decomposição natural de cadáveres segue a seguinte seqüência:

- Período de coloração: fenômeno natural de transformação cadavérica, iniciado por uma mancha verde na fossa ilíaca direita, na parte inicial do intestino grosso, expande-se pelo abdômen, cabeça e membros. Essa coloração é objeto da reação do gás sulfídrico com a hemoglobina, formando a sulfometemoglobina. Este período dura até sete dias após o óbito e depende de fatores intrínsecos e extrínsecos aos cadáveres. É um processo mais lento nos cadáveres inumados do que nos conservados ao ar livre e mais rápido na água.
- Período gasoso: fase em que os gases desenvolvidos no interior do cadáver espalham-se pelo corpo, confere-se aspecto inchado e ocorre a ruptura das paredes abdominais, muitas vezes com ruído conhecido por “estouro do cadáver”. Este período dura em torno de três semanas, dependendo das condições

do ambiente, e libera os gases sulfídrico, dióxido de carbono, amônia, fosfina, mercaptana e metano.

- Período coliquativo: fase em que ocorre a dissolução das partes moles dos cadáveres pela ação de bactérias e da fauna necrófaga, composta de germes putrefativos, larvas e insetos. Neste período o cadáver perde o seu formato e se forma o necrochorume e dura até oito meses, em temperaturas de 18 a 25°C.
- Período de esqueletização: inicia-se após a destruição da matéria orgânica e ocorre a eliminação de resíduos, ligamentos e a liberação e desmonte do esqueleto. Os ossos, cabelos e dentes resistem por muitos anos, mas perdem a estrutura de forma gradual e se tornam leves, frágeis e quebradiços, pela perda de osseína e permanece somente a sua porção mineral, sob a forma de carbonato de cálcio. Este período dura de vários meses a vários anos, e depende das condições ambientais. Nesta fase, o fósforo liberado da matéria orgânica sob a forma de fosfina reage com oxigênio atmosférico e origina o fenômeno luminoso de curta duração conhecido como fogo-fátuo. Caso seja atingido por águas ácidas, o esqueleto é destruído, enquanto que águas e solos calcários o conservam.

3.1.4.2 Fenômenos Transformativos Conservadores

Este tipo de fenômeno ocorre de acordo com as condições ambientais e se constitui em problema para a prática de reuso de sepulturas, por ocasionarem a saturação dos espaços existentes nos cemitérios, tendo em vista que, se forem constatados fenômenos conservadores em corpos exumados, enterra-se novamente o cadáver até a sua completa decomposição. Esse processo está sujeito a cumprimento de períodos regulamentados em legislação.

Esses fenômenos atrapalham a consecução da decomposição dos corpos e a neutralização dos efluentes, prolongam a permanência dos corpos semidecompostos e mantêm o potencial de contaminação latente, enquanto persistirem as causas.

Os fenômenos destrutivos conservadores estão subdivididos em mumificação e saponificação.

A mumificação é a dessecação ou desidratação dos tecidos do cadáver, com conservação de seus caracteres morfológicos, e perda de 50 a 70% do peso pela desidratação e desengorduração, retração da pele e coloração escura.

Ocorre quando determinado corpo é sepultado em solos secos, arenosos, com clima quente, em regiões áridas e semi-áridas, e a grandes profundidades. Pode ocorrer de forma natural (espontânea), pela presença de nitrato de potássio no solo, que funciona como sal anti-séptico, ou pela falta de umidade que permita o desenvolvimento de germes putrefativos, ou, ainda, de forma artificial com o embalsamamento do corpo, para torná-lo incorruptível. Hoje o produto químico normalmente utilizado para esse processo é o aldeído fórmico, mais conhecido como formol (PACHECO e BATELLO⁵⁰, 2000; PACHECO⁵³, 2000).

De acordo com PACHECO⁵³ (2000), existem registros na literatura acerca da ocorrência de corpos mumificados, após determinados tipos de morte, tais como por hemorragia aguda, que favorece a perda de massa líquida, e por intoxicação pelas substâncias arsênico, estricnina e antimônio, que dificultam a proliferação microbiana.

A saponificação ou adipocera caracteriza-se pela hidrólise da gordura, com a liberação de ácidos graxos (triglicerídios), presentes no tecido adiposo, que têm acidez e se unem a minerais do organismo, tais como, cálcio e magnésio, formam sabão e inibem a ação de bactérias putrefativas, com o conseqüente retardamento da decomposição do cadáver. O cadáver fica intacto e adquire consistência untuosa e mole, tonalidade amarelo-escura, odor de queijo rançoso e aspecto de cera ou sabão.

Pode ocorrer em ambientes quentes, úmidos e anaeróbios, com a presença de bactérias endógenas, e em solos argilosos por sua impermeabilidade e retenção de

água (PACHECO^{54,53}, 1995, 2000; MARINHO³⁹, 1998; PACHECO e BATELLO⁵⁰, 2000; SILVA⁶⁴, 2000; MATOS⁴², 2001).

3.1.5 Composição do Necrochorume

O corpo humano de um adulto de 70 kg contém aproximadamente: 16000 g de carbono, 1800 g de nitrogênio, 110 g de cálcio, 500 g de fósforo, 140 g de enxofre, 140 g de potássio, 100 g de sódio, 95 g de cloreto, 19 g de magnésio, 4,2 g de ferro e média de 65% do peso de água (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

De acordo com PACHECO et al.⁵⁶ (1993), MARINHO³⁹ (1998), SILVA⁶⁴ (2000), MATOS⁴² (2001) e REZENDE⁶⁰ (2005), cada corpo decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume, neologismo conhecido técnica e cientificamente por produto da coliquação, criado por analogia ao chorume dos resíduos orgânicos dos aterros sanitários, que, “logo após o seu extravasamento, passa por um processo transformativo de polimerização¹”.

Definem o necrochorume como uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, resultante do processo de decomposição de cadáveres nos cemitérios, com duração de seis a oito meses, ou mais, dependendo das condições ambientais, e cuja formação se inicia após a morte, no período coliquativo (após a fase gasosa).

Ainda segundo os autores PACHECO et al.⁵⁶ (1993), MARINHO³⁹ (1998), SILVA⁶⁴ (2000), MATOS⁴² (2001) e REZENDE⁶⁰ (2005) o necrochorume apresenta como principais características:

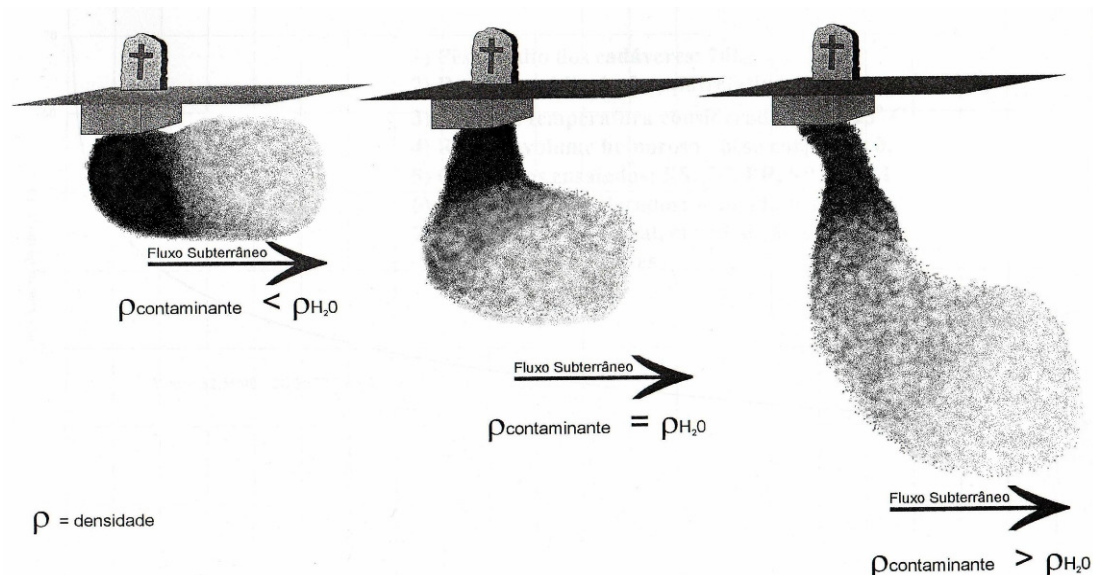
- viscosidade maior que a da água;
- densidade média de 1,23 g/cm³;

¹ Trecho de frase escrita por Flávio Magalhães em carta enviada ao Prof. Dr. Wanderley Paganini, em 23 de maio de 2007.

- polimerizável;
- cor acinzentada ou acastanhada;
- odor forte e desagradável;
- constitui-se por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, tais como carga patogênica de bactérias e vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (1,4 butanodiamina) e cadaverina (1,5 pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes;
- pH entre 5 e 9, à temperatura de 23 a 28°C;
- grau variado de patogenicidade.

Ainda de acordo com SILVA⁶⁴ (2000), em função da viscosidade e densidade do necrochorume em relação à água, formam-se plumas de contaminação que podem se disseminar pelo solo saturado, com velocidade variável, e atingir distâncias significativas a partir da origem, conforme demonstra a figura 7.

Figura 7 – Ilustração de pluma de contaminação no solo.



Fonte: SILVA⁶³ (1999).

Segundo ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998), PACHECO⁵³ (2000) e SILVA⁶⁴ (2000), dependendo das condições geológicas do meio, a composição do

necrochorume pode propiciar a sobrevivência e a proliferação de microrganismos oriundos da decomposição, e a conseqüente periculosidade do líquido, que pode conter bactérias, vírus e substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, favorecida pela falta de oxigênio na água subterrânea, que diminui à medida que a profundidade aumenta.

De acordo com SILVA⁶⁴ (2000), ao longo de determinado tempo, no meio natural o necrochorume, devido à capacidade de autodepuração do solo, decompõe-se e reduz-se a substâncias mais simples e inofensivas, em função do teor de argilas ativas, processando-se uma filtração lenta dos percolados associada à oxidação. Essa condição depende diretamente do tipo de solo.

SILVA⁶³ (1999) registra que nos sepultamentos por tumulação, dependendo das condições de estanqueidade e confinamento, o necrochorume seca naturalmente, polimeriza-se, reduz-se a pó e não permeia para o solo circunvizinho. Mas se os jazigos estiverem mal construídos, pode tornar insalubre o ambiente e ocasionar infiltração nas paredes, irradiar mau cheiro e atrair insetos.

3.1.6 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

O Estado de São Paulo, por intermédio da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, atualmente utiliza uma metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas apresentada em seu “Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, que visa minimizar os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente, composta de um conjunto de medidas para conhecer as características das áreas e os impactos causados (CETESB²², 2001).

Essa metodologia baseia-se em etapas seqüenciais, onde a informação obtida em uma etapa é base para a próxima, e compõe-se de dois processos:

- a) **identificação de áreas contaminadas** – Nesse processo é definida a localização das áreas contaminadas, com a respectiva identificação das áreas com potencial

de contaminação, avaliação preliminar e investigação confirmatória, as quais recebem as seguintes classificações:

- a.1) **áreas com potencial de contaminação** – Áreas onde são ou foram desenvolvidas atividades potencialmente contaminadoras, isto é, com manejo de substâncias cujas características físico-químicas, biológicas e toxicológicas podem causar danos e/ou riscos aos bens a proteger;
- a.2) **áreas suspeitas de contaminação** – Áreas que, durante a realização da avaliação preliminar, foram observadas falhas no projeto, problemas na forma de construção, manutenção ou operação do empreendimento, indícios ou constatação de vazamentos e outros, que induzem a suspeitar da presença de contaminação nos solos e águas subterrâneas e/ou em outros compartimentos do meio ambiente;
- a.3) **áreas contaminadas** – Pode-se definir área contaminada como área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria onde existem concentrações de poluição ou contaminação por substâncias ou resíduos depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de maneira planejada, acidental ou natural, que causem ou venham a causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger, como por exemplo, a saúde da população, e a qualidade do solo, das águas e do ar. Os poluentes ou contaminantes podem se propagar por essas vias, e alterar suas características naturais ou qualidades e determinar impactos negativos e/ou riscos na própria área ou nos seus arredores;
- b) **recuperação de áreas contaminadas** – Nesse processo são adotadas medidas corretivas, para recuperar áreas contaminadas e permitir uso compatível com as metas pré-estabelecidas, onde é realizada investigação detalhada, avaliação de risco, investigação para remediação, o projeto para a remediação, a remediação propriamente dita e o monitoramento (CETESB²², 2001).

As informações são cadastradas em sistema organizado de gerenciamento de áreas contaminadas, estruturado para enfrentar os problemas causados nessas áreas, no sentido de identificar e remediar, selecionar as áreas importantes, criar instrumentos

para financiar a investigação e a remediação e apoiar ações para revitalização de áreas abandonadas, utilizando-se de valores orientadores de intervenção estabelecidos em suas investigações confirmatória e detalhada, da avaliação de risco, para que se possa projetar, conceber a remediação e monitorá-la (CETESB²⁴, 2006).

3.2 ASPECTOS CULTURAIS E SOCIAIS

O culto aos mortos é contemporâneo ao aparecimento do homem sobre a face da Terra e se traduz não somente nos rituais religiosos, como também na tentativa de preservação dos corpos pela inumação, o que deu origem às necrópoles. O homem, antes de conceber e adorar a um Ente Supremo, adorou os mortos, pois considerava o corpo como recipiente sagrado, cheio de mistérios e inexplicações, que causava assombro e medo, e merecia reverência e acatamento. Talvez tenha sido por esse mistério que se teve a noção do sobrenatural.

Desde os primórdios das civilizações, os povos devotavam respeito aos mortos, por imaginar que o homem, ao morrer, continuava a ter necessidades, tal como em vida. Iniciou-se a adoção de práticas como oferendas de comida e bebida, apetrechos de que o morto mais gostava, como jóias, utensílios e armas sobre os túmulos, costume que se propagou e chega até os dias de hoje.

Os historiadores consideram o culto aos mortos como fato positivo para a reconstituição da fisionomia econômico-social-política dos povos antigos, pois a partir dos objetos encontrados em tumbas, juntamente com outros elementos históricos, foi possível montar o quadro geral de determinadas culturas.

O homem pré-histórico observava atentamente os fenômenos ao seu redor e utilizava duas técnicas para dispor os cadáveres:

- ao ar livre – percebia que a decomposição das partes moles era mais fácil e contava com necrófagos, como urubus, abutres e bactérias, e o esqueleto restante perdia a matéria orgânica gradativamente por causa de agentes atmosféricos;
- no interior de grutas – percebia que a decomposição era diferente, pois após a destruição das partes moles, o esqueleto ficava impregnado de carbonato de cálcio, se tornava mais pesado e petrificava, processo que unia os ossos e preservava a sua integridade.

Descobriu que a segunda opção era mais segura e muitas ossadas foram encontradas ao longo dos anos em grutas naturais, o que contribuiu para o avanço da ciência arqueológica.

A exemplo do homem pré-histórico, os povos começaram a desenvolver princípios técnicos e construíam túmulos esféricos, semelhantes às cavernas primitivas, além das diferentes formas de culto aos mortos, conforme pode ser observado a seguir:

- egípcios – foi o povo que mais venerou seus mortos. Utilizavam o túmulo como se fosse um quarto, onde eram colocados móveis, roupas, utensílios para higiene, armas, estátuas, pinturas, alimentos. Construíam estátuas de madeira ou pedra, feitas à semelhança do morto, e os vivos tomavam conta dela. Mais tarde, passaram a acreditar que a alma saía do cadáver, ia ao encontro de um deus e o corpo precisava ser preservado para depois receber novamente a alma, que descansaria junto dele. Com isso, desenvolveram a técnica de embalsamamento e transformavam os corpos em múmias, que eram depositadas em caixões de madeira ou gesso e no sarcófago, com todos os objetos necessários à vida. Os antigos túmulos possuíam a forma de pirâmide. Uma grande pirâmide era um túmulo real e pirâmides menores alinhadas em ruas ou dispersas eram destinadas a nobres. Com o tempo, os túmulos tornaram-se subterrâneos, alguns sob a terra e outros em granito nas montanhas;

- persas – encaravam o morto como espírito do mal, de doença, febre e imundície e tinham a necessidade de tirá-lo imediatamente das casas, mas não o queimavam, não o enterravam e não o atiravam às águas por imaginar que o cadáver sujavam e tornavam impuros os elementos da natureza. Utilizavam como sepultura o depósito do cadáver sobre um lugar elevado e descoberto, preso por pedras e com a face voltada para o sol. Após o ritual, as pessoas se retiravam o mais rápido possível, para fugir dos demônios e acreditavam que os animais e aves, ao devorar o cadáver, purificavam o corpo. Utilizaram desses rituais por muito tempo e só nos primeiros séculos dessa era passaram a sepultar os mortos em túmulos;
- fenícios – utilizavam a inumação como principal ritual, mas também a cremação para os rituais vulgares e sacrificais, além de apreciar túmulos bonitos com grandes câmaras cortadas em rochas, a seis metros ou mais de profundidade, chegando até a 20 e 30 metros. Construía urnas com pedra, tijolo, madeira ou barro, dotadas de tampas lisas e baixas, ou altas com a base mais longa. Não se contentavam com simples buracos na terra. Era costume sepultar os mortos com vários objetos e observou-se que as sepulturas mais antigas tinham mais utensílios que as mais recentes;
- judeus – o costume funerário judaico adota a inumação como ritual universal, desde a época dos semitas. Os mortos eram enterrados em grutas naturais ou hipogeus (escavações) artificiais em forma de poços, recobertos por abóbada. As pessoas que não tinham meios para construir essas tumbas eram sepultadas em campo aberto, em valas comuns. Juntamente com os corpos eram colocados utensílios funerários, como, por exemplo, armas, amuletos, facas, baixelas e ornamentos. Crianças eram colocadas em vasos de argila com areia fina e fechados com covilhetes. Com o passar do tempo, o costume simplificou-se e os mortos passaram a ser enterrados envoltos em sudários ou mortaldas, dentro de caixões ou urnas, em cavidades abertas diretamente no solo, após realização de lavagem ritual do corpo, por questões de higiene, associadas à religião. Uma vez

enterrado, não é permitida a exumação do corpo, que permanece perpetuamente no mesmo local, identificado por uma lápide.

- chineses – pela raridade dos terrenos e seu elevado preço, os chineses não recorriam à inumação e adotaram como costume a cremação entre as pessoas do povo e da classe média, prática que foi contrária aos costumes tradicionais e propagou-se em diversas regiões da China, apesar da oposição dos poderes públicos. Os fornos crematórios situavam-se no interior de mosteiros budistas ou estabelecimentos especiais para esse fim. O motivo desse hábito é econômico e de concepção budista, que ensinava que o corpo tinha a necessidade de ser regenerado pelo fogo, o que levava até à cremação de alguns monges enquanto vivos. As cinzas do corpo incinerado eram espalhadas pelos pântanos por frades ou recolhidas em vasos de barro, que eram depositados em túmulos fora das muralhas das cidades, o que deu origem aos cemitérios públicos chineses;
- árabes – os muçulmanos observavam vários rituais fúnebres e levavam o defunto para uma cova previamente aberta diretamente sobre a terra, com um tijolo sob a cabeça e outros dispostos à sua volta, para formar uma espécie de abóbada sobre o cadáver. Era proibido colocar dois cadáveres numa mesma cova, para não criar atropelos no momento da ressurreição, principalmente se fossem de sexos diferentes, o que era considerado crime, e se não tivesse alternativa, construía-se um muro entre os dois; em casos de epidemia, permitia-se romper essa regra. Um monumento de tijolos ou pedras indicava o lugar do corpo e por cima se gravava o nome do defunto, com idade, suas principais qualidades e data da morte, além do credo islâmico ou oração. Pessoas importantes e ricas construía mausoléus. Pensadores do século X criticavam esses costumes de depositar cadáveres diretamente sobre a terra, por acreditarem que o solo estava “envenenado” e em vez de o adubarem, os corpos o infectavam, além de defenderem a incineração como processo mais higiênico e inteligente;

- raças indo-européias – acreditavam na alma e achavam que ela permanecia perto dos homens e continuava a viver debaixo da terra, associada ao corpo, encerrada na sepultura. Os antigos enterravam com o defunto os objetos que supunham ter ele necessidade, tais como, vinho para matar a sede e alimentos para matar a fome. Essa crença determinou sepultamentos com obediência a rituais solenes, com túmulos cercados de grinaldas de plantas e flores, cerimônias que se perpetuavam indefinidamente e os túmulos se tornaram templos de divindades, para culto aos antepassados. Os mortos eram deuses pertencentes a determinada família e só ela tinha o direito de invocá-los, bem como eram os donos do solo e nenhuma outra família podia misturar-se a eles, e ninguém tinha o direito de desapossá-los da terra que ocupavam. Um túmulo não podia ser destruído nem mudado de lugar, a não ser por autorização de pontífices. O solo era inalienável e inauferível. Nos tempos antigos não foram as leis que garantiram o direito de propriedade, mas a religião, por meio das sepulturas; se a propriedade fosse objeto do trabalho o homem poderia se desapossar dela, mas se fosse fundada em religião, jamais. Com o passar do tempo passaram a enterrar os mortos fora dos muros da cidade em sepulcros familiares ou comuns, ornados internamente com motivos alegres, mas continuou o culto aos mortos, que iniciava com os funerais e terminava nas sepulturas, para ser reverenciado e nunca esquecido. Construíam câmaras sepulcrais com paredes compostas por nichos para receber as cinzas em urnas, denominadas columbários;
- cristãos – o ato de cremar o corpo repugnava os cristãos e adotaram o hábito de enterrar os cadáveres envoltos em sudários dentro de sarcófagos, tal como os judeus. Pela necessidade de haver um lugar adequado para esse fim, construíam galerias e câmaras subterrâneas, com nichos abertos ao longo das paredes, nos quais se depositavam os caixões, locais denominados como catacumbas, túmulos que não eram adornados, pois os cristãos acreditavam que o cadáver não possuía nenhuma necessidade. Recebiam apenas pinturas de fiéis em prece e símbolos que representassem o Cristo. No século IV adotou-se o costume de enterrar os mortos no interior das Igrejas ou no seu entorno, surgindo os cemitérios;

- cemitérios – com a feição atualmente conhecida, surgiram no século XVIII, época em que os romanos iniciaram a construção dos túmulos fora das cidades pela observância e conscientização de princípios de higiene. Na época da proibição dos sepultamentos no interior das igrejas, iniciou-se o hábito de se construir túmulos em forma de capelas. Em todas as grandes cidades existem cemitérios que ostentam túmulos que são consideradas obras de arte assinadas por renomados escultores.

Na antiguidade já existiam empresas funerárias para prestar assistência às famílias e as práticas evoluíram ao longo dos tempos, baseadas em crenças e circunstâncias sociais, culturais e econômicas (LOUREIRO³⁷, 1977; PACHECO⁵³, 2000).

Na Idade Média, existia a convivência dos vivos com os mortos por meio de banquetes fúnebres, danças macabras e realização de feiras livres nos cemitérios.

Na época dos sepultamentos no interior das igrejas, o fato de se desejar localização especial para enterrar o cadáver incrementava os donativos em busca de proximidade do ente falecido com santos e membros do clero, rapidez em busca do caminho para a vida eterna e tempo de permanência curto no purgatório, utilizando-se de doações e trocas como absolvição de pecados na hora da morte. Os ricos faziam questão de serem sepultados no altar, que era lugar de destaque na igreja, vislumbrando a vida eterna com a ida para o céu, por intervenção dos santos e a imortalidade na lembrança dos vivos.

Os mortos que não tinham direito a sepultura na igreja eram enterrados em locais afastados das cidades, em cemitérios gerais, onde não chegava à imortalidade, por causa dos altos preços das indulgências. Poucos recursos eram destinados aos funerais, o que demonstrava repressão aos moradores com a excomunhão ou cobrança de taxa destinada ao enterro, denominada terça funerária.

O sepultamento dos mortos junto aos santos era uma forma da igreja exercer seu domínio sobre a população, mas, com o distanciamento dos sepultamentos para longe

das cidades, iniciou-se a crise da autoridade eclesiástica com a revolta de liberais que também queriam exercer domínio sobre a população com o triunfo da razão sobre a religião, utilizando-se de estratégias de terror, não pelo medo da não salvação da alma, mas pela morte pela peste, ou seja, pela disseminação de miasmas por conta do contato dos cadáveres com a atmosfera.

No Brasil, a recomendação pelo sepultamento fora das igrejas tornou-se lei na época do Império, além de recomendar a instalação de cemitérios longe da cidade, e os higienistas iniciaram a promoção do higienismo, que era estratégia para acabar com o domínio da igreja, mas se defrontaram com dificuldades com relação a costumes religiosos e tradicionalistas, que, posteriormente, se transformaram em modo cultural e costume.

Mesmo com o fim da luta dos liberais com a igreja, os rastros do catolicismo não se afastaram totalmente dos cemitérios, pois a maioria das pessoas ricas que adquiriam jazigos nos cemitérios construía túmulos em formas de capelas, uma analogia ao sepultamento no interior das igrejas.

Historicamente, pouco mudou com relação àquela época: os pobres que não podiam pagar pelo funeral eram sepultados em locais afastados das cidades; hoje são sepultados em cemitérios municipais, em muitos casos em condições precárias. Os ricos que pagavam pelos funerais eram sepultados no interior das igrejas, e, hoje, são sepultados em cemitérios privados, que não abrigam todos os setores da sociedade.

Apesar das sepulturas serem homogêneas, como é o caso do cemitério-parque, o público não é heterogêneo; o que o torna homogêneo é a condição econômica, definida pelos usuários que têm possibilidade de comprar um jazigo.

No passado, a proximidade da população com cemitérios não costumava atrair moradores, por conta de impedimentos de ordem física, metafísica, folclores e lendas urbanas, tais como, medo de assombração e energia negativa que envolve o lugar, visão que atualmente tem mudado, por causa do crescimento acelerado das cidades e

da falta de áreas verdes, a mudança de pensamento sobre os mortos ao longo da história, tem atraído a vizinhança para o convívio natural com os cemitérios, que até se utiliza do espaço, não só para lembrar, orar por seus entes e realizar rituais religiosos, mas também como local de lazer e tranquilidade, para refletir, estudar, ler, descansar e praticar atividades físicas.

Nas grandes cidades, os cemitérios têm representado pouco a morte, por redução de rituais anteriormente utilizados, que têm sido substituídos aos poucos e transformados em mercadorias e serviços, como por exemplo:

- os velórios realizados nas residências agora são realizados via *internet*, com a utilização de câmeras;
- tradicionais condolências são feitas por correio eletrônico ou nos formulários específicos existentes em salas de velórios;
- escrito em papel substitui o abraço;
- por questões de segurança, os velórios passaram a ser fechados à zero hora e reabertos às 7 horas;
- os cortejos fúnebres foram reduzidos.

Apesar de ser um fato não aceito por muitas religiões, tem-se observado avanço à cremação no Brasil e no mundo (REZENDE⁶¹, 2004).

Segundo BRANDÃO et al.¹² (1999), as pessoas que optam pela cremação “o fazem por desprendimento material e sentimental, desejam evitar transtornos futuros aos familiares, como despesas de manutenção, conservação de túmulos e também por não aceitarem cultos às suas memórias”. Lembram que a cremação é prática comum para o povo oriental e comparam aos latino-americanos que são mais resistentes em função da religiosidade.

Quando se cogita a eventual demolição de algum cemitério em determinado local, dificilmente se consegue concretizar o fato e alterar o uso espacial pelos mortos, principalmente pelo motivo de que o cemitério contém membros de famílias

tradicionais lá enterrados, valores estes que são amplamente preservados pelas classes dominantes, em virtude de sentimentos e simbolismos próprios que são difundidos, aceitos e polemizados pela maioria, por ainda existirem pensamentos sagrados que impedem mudanças nos hábitos da sociedade (REZENDE⁶¹, 2004).

3.3 ASPECTOS LEGAIS

Por conta dos possíveis problemas sanitários e ambientais que os fenômenos transformativos decorrentes da decomposição dos corpos e a conseqüente geração do necrochorume, para a implantação e operação de cemitérios é necessário tomar cuidados técnicos e científicos, com base em legislação, perímetros de proteção sanitária para áreas internas e externas aos cemitérios e observância de condições higiênicas e sanitárias, a fim de evitar possíveis riscos e contaminações efetivas de aquíferos freáticos (CETESB²⁰, 1999; PACHECO⁵³, 2000; MATOS⁴², 2001).

Tem aumentado substancialmente a dificuldade de se encontrar locais para implantação de cemitérios nas cidades da maior parte do mundo. Por isso, é necessário identificar precisamente se, e de que forma os cemitérios causam impactos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública. É preciso estabelecer um guia de critérios básicos de projetos para a implantação e construção de novos cemitérios, além de considerações cuidadosas sobre os mais adequados tipos de solos para o enterro dos restos mortais, para minimizar os efeitos das contaminações ao meio ambiente e à saúde pública (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

Nesta pesquisa realizada, não foram encontradas normas internacionais para a questão “cemitérios”, o que acredita-se ser principalmente por questões culturais, além das diversidades existentes no mundo, tais como questões geográficas de clima e solo.

3.3.1. Âmbito Federal

Vários países no mundo têm estabelecido normas para implantação e operação de cemitérios, visando a proteção e preservação do ambiente.

Pode-se citar como exemplo, Portugal, que desde o ano de 1962, por meio do Decreto nº 44.220, alterado pelo Decreto nº 45.864/1964, já demonstrava essa preocupação. Esses decretos estabelecem os requisitos para instalação, ampliação, melhorias e operação dos cemitérios. Técnicos especializados vistoriam o terreno, avaliam a natureza e a composição do terreno, a topografia e as condições de drenagem e escavação do terreno, e comparam essas características com as de outros cemitérios.

As exigências para a escolha do terreno, estabelecidas no Decreto, são analisadas em artigo escrito por PACHECO e SARAIVA⁵¹ (2005):

- áreas sensivelmente planas ou com declive pouco acentuado – enfatizam que implantação em área plana e com declive pouco acentuado pode representar risco de contaminação das águas subterrâneas e saponificação dos corpos;
- subsolo de natureza permeável em toda a área destinada a sepultamentos – devem ser realizados estudos de porosidade e permeabilidade, e os sepultamentos devem ocorrer em solos mistos com características de permeabilidade, para permitir aeração e depuração dos elementos contaminantes;
- drenagem natural ou possibilidade de drenagem artificial simples – importante para evitar afloramento de águas subterrâneas e erosão, com conseqüente inundação de sepulturas e prejuízo à decomposição; o excesso e a falta de umidade prejudicam a ação de microrganismos decompositores de matéria orgânica;
- ausência de rochas, blocos rochosos ou água até dois metros de profundidade – inumação deve sempre ser realizada em terrenos não consolidados e a profundidade do fundo da sepultura deve estar a, pelo menos, dois metros do

nível máximo do aquífero freático; se houver rochas, deve-se utilizar os sepultamentos em jazigos aéreos, com drenagem e tratamento de gases e líquidos provenientes da decomposição de corpos, o que possibilita atendimento a exigências sanitárias;

- ressaltam a necessidade da inclusão do licenciamento ambiental no Decreto, como instrumento para garantir a sustentabilidade dos cemitérios, por ser um risco potencial a controlar, e do ambiente, por ser um meio a preservar, com a sugestão de exigências de estudos do nível dos lençóis freáticos, sondagens dos terrenos e lençóis, proibições de instalação de cemitérios em áreas de preservação ambiental, de mananciais e de captação de águas subterrâneas para abastecimento, monitoramento periódico da qualidade das águas dos lençóis, incineração dos resíduos resultantes de exumação de corpos, recuo mínimo de cinco metros entre as áreas de sepultamento e o perímetro do cemitério, áreas de proteção sanitária nas imediações do cemitério e adequação dos cemitérios existentes aos critérios mínimos definidos por lei (PACHECO e SARAIVA⁵¹, 2005).

No Brasil, em 03 de abril de 2003, o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, publicou a Resolução de número 335, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios em esfera federal a todos os empreendimentos existentes e novos, com o objetivo de regulamentar os aspectos essenciais ao processo de licenciamento, remetendo a órgãos ambientais competentes a incumbência de definir critérios de exigibilidade, detalhamento, observadas especificidades, possíveis riscos ambientais e outras características da atividade ou empreendimento, necessárias à obtenção de licença ambiental, sem prejuízo de outras normas aplicáveis à espécie (MMA⁴⁸, 2005).

As exigências apresentadas na Resolução referem-se a aspectos mínimos necessários para a solicitação de licenciamento em órgãos ambientais:

- na fase de licença prévia do licenciamento ambiental, devem ser apresentados documentos de caracterização da área e plano de implantação e operação do empreendimento; e
- na fase de licença de instalação, deve ser apresentado o projeto do empreendimento compreendendo plantas, memoriais e documentos assinados por profissional habilitado e projeto executivo que contemple medidas de mitigação e de controle ambiental.

Para a concessão dos documentos acima citados, os cemitérios horizontais devem obedecer minimamente às seguintes exigências quanto a limitações e critérios mínimos de atendimento:

- distância mínima de um metro e meio do nível máximo do aquífero freático, medido no fim da estação das cheias;
- os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno, no caso da impossibilidade de atender à exigência anterior;
- técnicas e práticas que permitam a troca gasosa deverão ser adotadas, para adequadas condições à decomposição dos corpos;
- a área de sepultamento deve manter recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério.

São enfatizados, ainda, os tipos de materiais a serem adotados no sepultamento de corpos, que poderão ser biodegradáveis e é vedada a utilização de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo sepultado com o meio que o envolve. Não é recomendado o uso de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou outro material que seja nocivo ao meio ambiente.

Cita que os resíduos sólidos provenientes de exumação de corpos devem ter destinação ambiental e sanitária adequadas.

No caso de encerramento de atividades, o empreendedor deve requerer autorização e apresentar Plano de Encerramento da Atividade, com a inclusão de medidas de recuperação da área utilizada e indenização de possíveis vítimas.

A Resolução recomenda a utilização de áreas desativadas para parque público ou empreendimentos de utilidade pública ou interesse social (MMA⁴⁸, 2005).

Mais recentemente, o CONAMA publicou, em caráter emergencial, a Resolução nº 368 (28 de março de 2006), que revisou e alterou a Resolução nº 335/2003, em função de particularidades existentes em áreas de proteção de mananciais localizadas em regiões metropolitanas (MMA⁴⁹, 2006).

Essa alteração tornou-se necessária por causa da impossibilidade de construção de novos cemitérios ou ampliação dos existentes em alguns municípios, devido às regras ambientais exigidas para as obras, e beneficiou municípios dos Estados de São Paulo, como, por exemplo, Biritiba Mirim e Salesópolis, e de Minas Gerais, Bahia e Rio de Janeiro, que têm suas instalações em áreas de proteção de mananciais, com problemas de superlotação e conseqüentes dificuldades em construir novos cemitérios (MATTOS⁴³, 2006).

Entretanto, ficou mantida a proibição da instalação de cemitérios em Áreas de Proteção Permanente ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária, em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos predominantemente cársticos (um tipo de relevo geológico caracterizado por dissolução química das rochas) que leva ao aparecimento de cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos.

Além das exigências anteriormente citadas, os cemitérios horizontais em área de manancial para abastecimento humano devem atender as seguintes exigências:

- a área prevista para a instalação do cemitério deverá estar a distância segura de corpos de água, sejam superficiais ou subterrâneas, de forma a garantir a sua qualidade;
- o perímetro e o interior do cemitério devem ser providos de sistema de drenagem adequado e suficiente para captar, encaminhar e dispor seguramente o escoamento das águas pluviais, com a finalidade de evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra;
- o subsolo deve ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s na faixa entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Em caso de permeabilidades maiores, o nível inferior dos jazigos deverá estar a dez metros acima do nível do lençol freático.

No caso de descumprimento às exigências legais, o infrator está sujeito a penalidades previstas na Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, além de outros dispositivos normativos pertinentes, da recuperação dos danos ambientais causados e mitigação dos riscos, desocupação, isolamento e recuperação da área do empreendimento (MMA⁴⁹, 2006).

Segundo GUIMARÃES³⁴ (2003), ouvidos especialistas do setor, apesar de ser instrumento de alcance nacional e regulamentar a instalação e o funcionamento de cemitérios no país, a medida tem efeito restrito, e consideram quase impossível a adaptação dos cemitérios existentes às exigências desse documento, pois não há como cumprir regras de distância mínima, o que tornará grande parte dos cemitérios na ilegalidade.

3.3.2. Âmbito Estadual

Vários estados do Brasil têm demonstrado preocupações com o potencial de contaminação no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial, e

têm criado, ao longo do tempo, instrumentos regulamentadores complementares para o controle da atividade cemiterial. Alguns exemplos são citados a seguir.

No Estado de São Paulo, existe a Lei nº 10.083, de 23 de setembro de 1998 – Código Sanitário do Estado de São Paulo, que tem por princípios a proteção, promoção e preservação da saúde, no que se refere às atividades de interesse à saúde e meio ambiente, para assegurar condições adequadas à saúde, segurança e bem-estar público. Essa Lei não explicita a atividade cemiterial, mas determina em seu capítulo VI, artigo 85, que inumações, exumações, transladações e cremações sejam disciplinadas por normas técnicas e deixa a cargo das ações de vigilância sanitária sobre o meio ambiente, o enfrentamento de problemas relacionados a atividades ambientais, como, por exemplo, ambiente construído, saneamento ambiental, fontes de poluição, dentre outros, com a finalidade de não virem a representar risco ou dano à saúde, à vida ou à qualidade de vida, com a imposição de penalidades para o não cumprimento de normas legais federais ou estaduais, destinadas à promoção, prevenção e proteção da saúde (CDA¹⁵, 2005).

O decreto nº 12.342, de 27 de setembro de 1978 – Regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo da competência da Secretaria de Estado da Saúde – determina no Livro III, Título III, Capítulo VIII as regras para edificação de necrotérios, velórios, cemitérios e crematórios. Especificamente, na Seção II, que diz respeito a cemitérios, estabelece que:

- a construção de cemitérios seja em áreas elevadas, na contravertente das águas que possam alimentar poços e outras fontes de abastecimento;
- excepcionalmente, por autorização da autoridade sanitária, pode haver a tolerância da construção de cemitérios em áreas planas;
- deve haver o isolamento dos cemitérios, em todo perímetro, por logradouros públicos ou áreas abertas, com largura mínima de 15 metros, para locais com abastecimento de redes de água e 30 metros para áreas desprovidas de redes;

- os cemitérios estejam em nível elevado, para que as sepulturas não estejam sujeitas a inundações;
- o nível do lençol freático esteja a, pelo menos, dois metros de profundidade;
- todos os projetos de construção de cemitérios devem apresentar estudos especializados que comprovem a adequabilidade do solo e o nível do lençol freático;
- haja o mínimo de 20% da área para arborização ou ajardinamento, desconsiderando-se os jardins sobre jazigos, exceto para os cemitérios-parque que poderão ser dispensados dessa exigência (CVS²⁸, 2005).

Já, no Livro XII, são estabelecidas as seguintes regras para inumações, exumações, transladações e crematórios:

- a inumação de pessoas com doenças transmissíveis tem regras determinadas pelas autoridades sanitárias, com observância de medidas e cautelas, bem como a necessidade de autópsia para determinar a causa da morte;
- proíbe o uso de caixões metálicos, ou de madeira revestida interna ou externamente com metal, exceto para corpos embalsamados, exumados e quando o cadáver não necessitar ser enterrado com o caixão. Neste caso, deve ocorrer a desinfecção após o uso. Cada novo material utilizado para esse fim deve obter aprovação da autoridade sanitária;
- estabelece que os caixões devem ser fabricados com material de fácil combustão, porém não podem causar poluição atmosférica nem deixar resíduos aglutinados, com alças removíveis, sem material metálico, pintura, laca ou verniz;
- exumações só podem ocorrer após três anos da data do óbito, ou dois anos para crianças até seis anos, exceto em casos de construção, reconstrução, reforma do túmulo, por pedido judicial, policial ou de interesse público comprovado, que poderão ter esse período alterado sob autorização, com transporte adequado, em caixão funerário ou urna metálica.

A Norma Técnica de codificação CETESB L1.040 teve sua primeira versão concebida em 1988 por uma demanda oriunda de profissionais do órgão ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que detectaram a necessidade de elaborar esse instrumento para regradar acuradamente a atividade que já era objeto de diretriz determinada pela lei do Código Sanitário do Estado, dentro de uma política ambiental que conferisse a salvaguarda dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

Em 1993 foi homologada e publicada a segunda versão, por um processo bastante participativo que também foi objeto de inúmeras discussões em reuniões e visitas a cemitérios, realizadas por um grupo de trabalho criado especificamente para revisar o instrumento normativo, grupo esse que contou com a participação, opinião e contribuição de profissionais e representantes de diversos setores: do próprio órgão ambiental, das secretarias de Estado do Meio Ambiente, da Saúde, pesquisadores de universidades e da iniciativa privada associados à atividade cemiterial.

Nova versão foi publicada em 1999 e permanece vigente até o presente. Esta última estabelece os requisitos e condições técnicas para implantação de cemitérios destinados ao sepultamento no subsolo, visando a proteção do ambiente, no que diz respeito ao solo e as águas subterrâneas.

As exigências são voltadas à caracterização da área, com o fornecimento das informações abaixo detalhadas, as quais são necessárias ao adequado funcionamento desse tipo de empreendimento:

- caracterização geográfica da área destinada ao cemitério, com demarcação em carta planialtimétrica regional e levantamento topográfico planialtimétrico com curvas de nível de metro em metro, inclusive a representação de atributos encontrados num entorno de 30 metros;
- caracterização geológica com utilização de mapeamento geológico contendo a descrição das litologias do substrato, indicação das formações onde se inserem, obtidas por sondagens mecânicas de reconhecimento dos solos, com o

seccionamento do maciço geológico até atingir o lençol freático, ou até 10 metros de profundidade, além de ensaios de permeabilidade e/ou infiltração. Se houver risco de viabilização de erosões, escorregamentos ou movimentação no solo do terreno, há necessidade de apresentar carta geotécnica com a representação dos processos;

- caracterização hidrogeológica com indicação das profundidades dos níveis do aquífero freático, medidos no fim da estação das cheias, em mapa potenciométrico, o qual contenha o sentido do fluxo das águas subterrâneas e os atributos existentes no entorno de 30 metros, tais como fontes, córregos, drenos e poços de abastecimento de água. Se houver comprovação da profundidade de nível mais alto do lençol freático a mais de dez metros, não há necessidade da apresentação do mapa potenciométrico;
- condições gerais de implantação:
 - a área de implantação deve situar-se a distância mínima de cursos d'água e corpos naturais e artificiais, com condições de fluxo do lençol freático de forma a não deteriorar as condições de potabilidade pré-existent de captações de águas subterrâneas;
 - deve haver contorno de 5 metros de largura mínima destituída de qualquer tipo de pavimentação ou recobertura de alvenaria, no qual deverá ser implantada cortina de árvores e arbustos adequados;
 - devem ser asseguradas faixas de isolamento sem a realização de sepultamentos;
 - nas áreas de sepultamentos é aconselhável o plantio de espécies com raízes pivotantes, a fim de evitar invasões de jazigos, destruição de pisos e túmulos ou danos às redes de água, esgoto ou drenagem;
 - o perímetro e o interior do cemitério devem ser providos de sistema de drenagem adequado e eficiente, além da utilização de dispositivos para captação, encaminhamento e disposição segura de águas pluviais, para evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra;
 - constituição de subsolos com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s na faixa entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático medido no fim da estação as cheias, ou até dez metros de profundidade, caso o lençol

freático esteja além desse nível. Outros coeficientes de permeabilidade estão condicionados a estudos geológicos e hidrogeológicos fundamentados com tecnologia de sepultamento empregada, que demonstrem segurança ao lençol freático, de acordo com as condições do projeto;

- o nível inferior das sepulturas deve ser a pelo menos 1,5 metros acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim das estações das cheias. Outras distâncias aceitáveis estão condicionadas a estudos geológicos e hidrogeológicos fundamentados com tecnologia de sepultamento empregada, que demonstrem segurança ao lençol freático, de acordo com as condições do projeto;
- se as condições naturais do terreno não permitirem a obediência às distâncias previstas anteriormente, é preciso realizar o rebaixamento artificial do lençol freático, por meio de instalação de sistema de drenagem subterrânea, com devidos cuidados, para não comprometer a eficiência ao longo do tempo;
- os resíduos sólidos provenientes da exumação de corpos deverão ser destinados adequadamente tal como os resíduos de serviços de saúde. No caso de enterramento dos resíduos no próprio cemitério, é preciso utilizar-se de zona de sepultamento com recobrimento de 0,5 metro de solo, fora do contorno de 5 metros destinado à cortina de árvores, arbustos e edificações necessárias ao funcionamento do empreendimento, previsto na própria norma.
- condições específicas de implantação e operação:
 - a implantação e operação de cemitérios em áreas de proteção ambiental ou áreas de proteção de mananciais estão condicionadas às exigências adicionais ou complementares da legislação ambiental e especificações da Secretaria do Meio Ambiente e do CONAMA;
 - áreas com substrato rochoso extremamente vulnerável ou com erosão subsuperficial são consideradas previamente descartadas ou consideradas com restrições;
 - se os estudos geológicos e hidrogeológicos demonstrarem vulnerabilidade a contaminações, recomenda a instalação de poços de monitoramento no seu entorno, localizados a montante e a jusante dos locais de sepultamento, para amostragem e análises da água de aquíferos freáticos de acordo com os

padrões de potabilidade da Portaria nº 36 do Ministério da Saúde (substituída pela Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde), antes do início da operação do cemitério e novas amostragens e análises a cada trimestre (CETESB²⁰, 1999).

Além da Norma Técnica acima referenciada, a CETESB, por intermédio do Decreto nº 47.397, de 04 de dezembro de 2002, artigo 57, inciso XI, considera os cemitérios como fonte de poluição e torna obrigatória a obtenção de licenças prévia, de instalação e de operação para esse tipo de empreendimento. Os empreendimentos licenciados têm prazo de dois anos a partir da emissão da licença prévia para solicitação da licença de instalação e da licença de operação (CETESB¹⁸, 2006).

Para o licenciamento, a CETESB exige documentos que certifiquem que o empreendimento esteja em conformidade com leis e regulamentos administrativos das Prefeituras Municipais, além de memoriais, informações e publicações exigíveis. Em caso de indícios ou evidências de lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo, as licenças de instalação e operação não são expedidas e o empreendedor deve comprovar que a “área objeto do licenciamento não apresenta impedimentos à ocupação proposta, sob o ponto de vista ambiental e de saúde pública”, e, no caso de ampliações, existe condicionamento ao equacionamento de eventuais pendências ambientais.

A concessão das licenças de instalação e operação é condicionada à vistoria prévia do local de implantação do empreendimento.

No caso de renovação das licenças, dependendo do desempenho ambiental, o empreendimento pode ter a licença mantida, ampliada ou reduzida. Se houver comprovação da eficiência, o prazo da nova licença pode ser ampliado em até um terço do prazo concedido anteriormente (CETESB¹⁸, 2006).

E o Decreto nº 47.400, também de 04 de dezembro de 2002, estabelece, além de prazos de validade para o licenciamento ambiental, as condições para a renovação e

os valores cobrados para a obtenção das licenças, de acordo com seu nível de complexidade. Caso os empreendimentos violem quaisquer condicionantes ou normas legais, omitam ou descrevam de forma inverídica informações subsidiárias da expedição da licença, ou ainda haja superveniência de graves riscos ambientais e à saúde, podem ter sua licença suspensa ou cancelada (CETESB¹⁹, 2006).

O Estado do Paraná, por intermédio de sua Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, publicou a Resolução de número 027/03-SEMA, de 05 de agosto de 2003, que estabelece “requisitos e condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento, no que tange à proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas”.

Além das exigências apresentadas pelo CONAMA, a SEMA estabelece a obrigatoriedade de estudo prévio de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental para toda e qualquer implantação de cemitério, que depende de aprovação do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, e é submetido a consulta popular, por intermédio de audiências públicas.

Os projetos de implantação devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- sistema de drenagem adequado e eficiente, para captação, encaminhamento e disposição segura do escoamento de águas pluviais, a fim de evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra, bem como o tratamento dos efluentes cadavéricos;
- faixa de largura mínima de cinco metros destinada à plantação de árvores e arbustos adequados, com permissão para construção de edifícios, sistema viário ou logradouro de uso público, até o máximo de 20% da faixa; não são permitidos ossários e sepultamentos nessa região;
- nas áreas de sepultamentos devem ser plantadas espécies com raízes pivotantes, para evitar invasões de jazigos, destruição do piso e túmulos ou danos às redes de água, esgoto e drenagem;

- permeabilidade do subsolo na faixa de 10^{-3} a 10^{-7} cm/s entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático medido no fim da estação das cheias, ou até dez metros de profundidade quando o lençol não for encontrado até este nível; outros coeficientes só são aceitos na condição de estudos geológicos e hidrogeológicos fundamentados em condições de segurança pela profundidade do lençol e pelo uso e importância das águas subterrâneas no local;
- é condição que o nível inferior das sepulturas estejam a pelo menos três metros acima do mais alto nível do lençol freático medido no fim da estação das cheias;
- resíduos sólidos gerados na operação dos cemitérios devem ter o mesmo tratamento dados aos resíduos sólidos gerados pelos serviços de saúde, conforme a Resolução CONAMA nº 5, de 1993;
- implantação de tratamento dos efluentes oriundos do necrochorume e de poços de monitoramento no perímetro do cemitério localizados a montante e a jusante da área de sepultamento, em relação ao sentido do escoamento freático, tendo como parâmetros de amostragem os constantes da Portaria do Ministério da Saúde, nº 518 de 25.03.2004, com periodicidade trimestral, como instrumento para o exercício da vigilância e do controle da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; os resultados dessas análises devem ser enviados ao IAP, que pode realizar análises concomitantes;
- impermeabilização dos ossários para evitar passagem de água ou qualquer efluente líquido para a área externa;
- proíbe a implantação de cemitérios em terrenos sujeitos a inundações permanentes e sazonais, em zonas de falhamentos geológicos, catacladas em áreas de rochas calcárias ou calcossilicatadas, ou, ainda, em áreas de bacias e mananciais de abastecimento público, áreas de influência direta e de preservação permanente;
- determina a adequação dos cemitérios existentes e licenciados junto ao IAP (SEMA⁶², 2005).

Nesse Estado, o monitoramento ambiental na área do cemitério e seu entorno é obrigatório ao empreendimento, além de haver controle e aplicação de multas, em

caso de infrações ou pelo não cumprimento das exigências da Resolução (ABAS², 2001; SEMA⁶², 2005).

E, ainda no Estado do Paraná está localizado o primeiro cemitério do mundo certificado pela norma NBR ISO 14000, o Cemitério Parque São Pedro, localizado na cidade de Curitiba, que, preocupado com a contaminação do solo e do lençol freático, instalou em toda a extensão do terreno, tubulações subterrâneas que levam o produto da decomposição até um filtro biológico que auxilia no processo de remoção de matéria orgânica e de parte das bactérias patogênicas (ANONYMOUS⁴, 2001).

No Estado do Ceará a atividade cemeterial é regulamentada por meio da Lei Estadual n.º 10.760, de 16 de dezembro de 1982, que dispõe sobre o Sistema de Saúde do Estado e aprova a legislação básica sobre promoção, proteção e recuperação da saúde, estabelecendo no seu artigo 67 as normas sanitárias que os necrotérios, velórios, cemitérios e crematórios devem obedecer.

A capital do Estado – Fortaleza – em âmbito municipal utiliza como instrumento regulatório o Decreto-Lei n.º 59, de 12 de março de 1970, que dispõe sobre a implantação de cemitérios, inclusive fiscalização de cemitérios públicos e particulares, por intermédio de um Departamento Municipal de Controle dos Cemitérios e Serviços Funerários, alterado pela Lei n.º 5530, de 28 de dezembro de 1970, que estabelece condições essenciais para aprovação de projetos de cemitérios-parque. Há, ainda, a Lei n.º 5.530, de 17 de dezembro de 1981, que cria o Código de Posturas do Município de Fortaleza e estabelece, nos seus artigos 528, 529 e 530, regras mínimas necessárias para a construção de cemitérios, de modo a não contaminar as águas subterrâneas (MARINHO³⁹, 1998).

O Estado de Pernambuco, por meio do Decreto n.º 20.786, de 10 de agosto de 1998, aprovou o Regulamento do Código Sanitário, que no seu artigo 210 destaca que “os cemitérios, crematórios, necrotérios e locais destinados a velórios só poderão ser construídos, reformados, ampliados ou instalados depois de autorizados pela autoridade sanitária estadual ou municipal”.

As construções dos cemitérios devem ser em locais de fácil acesso, na contravertente das águas de abastecimento, isolados de logradouros, com o nível superior do lençol freático a pelo menos 2,00 m (dois metros) da superfície do terreno, além de ter o nível suficientemente elevado em relação aos cursos de água vizinhos, de modo que as águas das enchentes não atinjam o fundo das sepulturas.

Proíbe ainda o uso de caixões metálicos ou de madeira revestida interna ou externamente com aquele material, com exceção aos destinados a embalsamamentos, exumações e a cadáveres que não tenham de ser com eles enterrados, sendo obrigatória a desinfecção após o uso.

O prazo para exumação de cadáveres é fixado em três anos, a partir da data do óbito, e é reduzido para dois anos, no caso de crianças até a idade de seis anos inclusive. Caso ocorra avaria no túmulo, infiltração de água, necessidade de perícia judicial ou policial para instruir inquérito, ou em caso de interesse público comprovado, os prazos poderão ser alterados.

E, por fim, proíbe a inumação em igrejas, capelas, cruzeiros ou em qualquer outro local fora da área interna dos cemitérios públicos (ANVISA⁶, 2007).

No Estado do Rio Grande do Norte o Decreto nº 8.739, de 13 de outubro de 1983, instituiu o Código Estadual de Saúde que aprova normas básicas sobre promoção, proteção e recuperação da saúde e enfatiza a necessidade de obediência às exigências sanitárias estabelecidas em normas técnicas que contemplem aspectos das construções, instalações sanitárias, sepultamentos, exumações e transporte de cadáveres, por exemplo, e estejam aprovadas pela Secretaria de Estado da Saúde Pública, por diversas atividades, dentre elas destaca-se a atividade cemiterial.

O sepultamento de cadáveres só pode ser realizado em cemitérios licenciados pelas autoridades sanitárias, que têm poder para ordenar a execução de obras ou trabalhos

considerados necessários para o melhoramento sanitário dos cemitérios, bem como sua interdição temporária ou definitiva.

A vigilância sanitária, sobre as instalações e os serviços funerários nesse Estado, é exercida pela Secretaria de Estado da Saúde Pública (ANVISA⁷, 2007).

Já, no Estado de Goiás, a Portaria estadual nº 456 de 10 de junho de 1995 aprova as normas técnicas ao saneamento básico e ao meio ambiente, elaboradas pela Superintendência de Vigilância Sanitária e estabelece no capítulo X, seção I as regras para construção dos cemitérios, abaixo descritas:

- em áreas elevadas, secas, ventiladas e na contravertente de águas que tenham que alimentar cisternas ou outros reservatórios hídricos, devendo os terrenos possuírem o competente atestado de salubridade;
- isolados dos logradouros públicos ou particulares com afastamento mínimo de 15 metros em zonas abastecidas pela rede de água ou 30 metros em zonas não providas das mesmas;
- com o nível em relação aos cursos de água suficientemente elevado de modo que as águas das enchentes não atinjam as sepulturas;
- o nível do lençol freático a, no mínimo, três metros de profundidade, sendo que na dependência das condições das sepulturas será feito o rebaixamento deste nível.
- em caráter excepcional, a juízo da autoridade sanitária competente, será permitida a construção de cemitério em regiões planas.
- os projetos de construção de cemitérios devem ser acompanhados de estudo especializado, comprovando a adequabilidade do solo e o nível do lençol freático, com reserva de áreas de, no mínimo, 20% (vinte por cento) para casos de epidemia ou grandes catástrofes, 10% (dez por cento) para sepultamentos gratuitos de indigentes e 20% (vinte por cento) para arborização ou ajardinamento, sem considerar os jardins sobre os jazigos, percentual este que pode ser dispensado em caso de cemitério parque.

- as sepulturas devem possuir 1,70 metros de profundidade, 80 cm de largura e 2 metros de comprimento, quando para adultos, e 1,30 metros quando para crianças, distando 70 cm uma das outras, no mínimo, em todas as direções, com vedação adequada, sem falhas de alvenaria, para impedir a entrada de roedores, insetos e outros vetores de doenças.
- proibição de sepultamentos nos cemitérios pela autoridade sanitária competente quando forem constatadas condições higiênicas inadequadas, saturação dos terrenos e conseqüente dificuldade na reutilização e deposição dos cadáveres ou por qualquer outra circunstância que possa oferecer risco iminente à saúde pública ou inviabilize o serviço de verificação de registro de óbito (ANVISA⁸, 2007).

Além dessa Portaria, a capital do Estado – Goiânia – tem a política de promoção, proteção e recuperação da saúde, vigilância sanitária e epidemiológica regulamentada pelo Decreto nº 1.588, de 28 de dezembro de 1992, que estabelece a obrigatoriedade de construção e operação dos cemitérios mediante autorização do poder público municipal, pela autoridade sanitária, com observância dos seguintes fatores:

- construção em regiões elevadas, na contravertente de água, no sentido de evitar a contaminação das fontes de abastecimento;
- autorização para regiões planas pela autoridade sanitária só quando não houver risco de inundação;
- nível do lençol freático nunca inferior a dois metros;
- isolamento dos logradouros públicos e terrenos vizinhos, por uma faixa de 15 metros quando houver redes de água, e por uma faixa de 30 metros, quando na região não houver redes de água;
- a critério da autoridade competente poderá ser exigido o estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental;
- infra-estrutura mínima necessária para o funcionamento do empreendimento: local para administração e recepção, depósito de materiais e ferramentas,

vestiário e instalações sanitárias para os empregados e para o público, separadas para cada sexo;

- destinação de pelo menos 20% de sua área para arborização ou ajardinamento, sem considerar os jardins sobre as sepulturas;
- obrigatoriedade de sepultamento nos cemitérios públicos, particulares ou religiosos e com observância dos preceitos sanitários ou legais;
- dimensões das sepulturas comuns (cova simples): 2 metros de comprimento, 1,80 metros de profundidade por 80 cm de largura, com distância de 60 cm uma das outras, no mínimo; para cadáveres de crianças ou recém-nascidos, estas medidas são reduzidas, proporcionalmente, a critério da autoridade sanitária competente.
- proibição do uso de caixões metálicos ou de caixões de madeira revestidos de metal, excetuando-se os casos de embalsamamento, exumações ou quando os cadáveres não tenham que ser com eles enterrados, sendo obrigatória sua desinfecção após o uso.
- permissão de outros materiais na fabricação de caixões, desde que aprovados pela autoridade sanitária.
- trasladações após 3 anos da morte quando não se tratar de doenças transmissíveis ou 5 anos quando for este o caso, prazo que poderá ser reduzido para 2 anos em se tratando de crianças até a idade de 6 anos, inclusive.
- exigência do caixão de zinco, metálico ou equivalente no caso de morte por doença transmissível;
- necessidade de formolização ou outros quaisquer de conservação de cadáver, a juízo das autoridades competentes, se o cadáver permanecer insepulto após 36 horas, mesmo não se tratando de morte por doença transmissível;
- aplicação do Código pelos administradores, proprietários, gerentes ou responsáveis por serviços funerários, bem como empresas ou corporações que fornecerem ou fabricarem caixões mortuários (ANVISA⁵, 2007).

3.4 POTENCIAL DE POLUIÇÃO

Em artigo publicado por BARBOSA e COELHO¹⁰ (2006), são citados três fatores intervenientes que devem estar presentes para haver risco ambiental: a fonte de contaminação, o alvo e os caminhos que podem levar a contaminação até o alvo. Na ausência de qualquer destes fatores, considera-se que não há risco, conforme demonstrado no esquema da Figura 8.

Figura 8 – Esquema do princípio da Análise de Risco Ambiental adaptado



Fonte: BARBOSA e COELHO¹⁰ (2006).

MIGLIORINI⁴⁴ (1994) e MATOS⁴² (2001) citam que os cemitérios podem ser considerados como fontes potenciais de poluição ambiental, em função do possível risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, durante o processo de decomposição dos cadáveres, por causa da existência de artrópodes, microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica, bactérias, vírus e substâncias químicas liberadas.

Para a construção de cemitérios é preciso realizar estudos geológicos e hidrogeológicos, a fim de se conhecer o potencial de risco de contaminação de solos e águas subterrâneas (MIGLIORINI⁴⁴, 1994).

No entanto, em pesquisa realizada no inventário de áreas contaminadas publicado pela CETESB não foram encontrados cemitérios, o que torna necessária a realização de estudos detalhados nestas áreas, no sentido de investigar e avaliar a possibilidade de risco de contaminação específico para cada situação (CETESB²⁵, 2006).

ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998) ressalta que não há registros, na literatura, acerca de epidemias ou doenças infecciosas que foram consideradas resultado da infiltração originada por cemitérios, porém persistem dúvidas e inquietações sobre dados científicos claros e suficientes.

3.5 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A água é um elemento da natureza de importância vital e fundamental para a existência do homem, na utilização para abastecimento público, industrial, agropecuário, na preservação da vida aquática, na recreação e no transporte.

Ao longo do tempo, a humanidade vem se defrontando com vários problemas globais, dentre eles os ambientais, que vêm adquirindo especial importância, em função do aumento das demandas por causa do impacto do desenvolvimento industrial, crescimento demográfico e ocupação do solo de forma intensiva e acelerada e maior uso dos recursos naturais, imposto pelos padrões de conforto e bem-estar da vida moderna, com a conseqüente suscetibilidade de contaminação e aumento do risco de doenças de transmissão hídrica (REBOUÇAS et al.⁵⁹, 2002).

MARTINS et al.⁴¹ (1991) alertam que a proteção qualitativa das águas subterrâneas tem sido negligenciada e, mesmo com a importância sob o ponto de vista econômico e estratégico, é preciso protegê-las contra as diferentes formas de contaminação.

Entende-se por poluição das águas “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas, capaz de por em risco a saúde, a segurança e o bem-estar das populações ou que possa comprometer a fauna ictiológica e a utilização das águas para fins agrícolas, comerciais, industriais e recreativos”, ou seja, que prejudique qualquer dos seus usos múltiplos (PAGANINI⁵⁷, 2006).

Já, contaminação é um caso particular de poluição que se refere ao prejuízo específico da qualidade da água para consumo humano, que envolva questões de saúde pública (MIOTTO⁴⁷, 1990).

Análises ambientais são importantes indicadores no processo de controle e prevenção ambiental. No Brasil, utiliza-se a Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, como instrumento para o exercício da vigilância e do controle da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, pois estabelece procedimentos e responsabilidades, com vistas à garantia da prevenção de doenças e promoção da saúde da população (MINISTÉRIO DA SAÚDE⁴⁶, 2005).

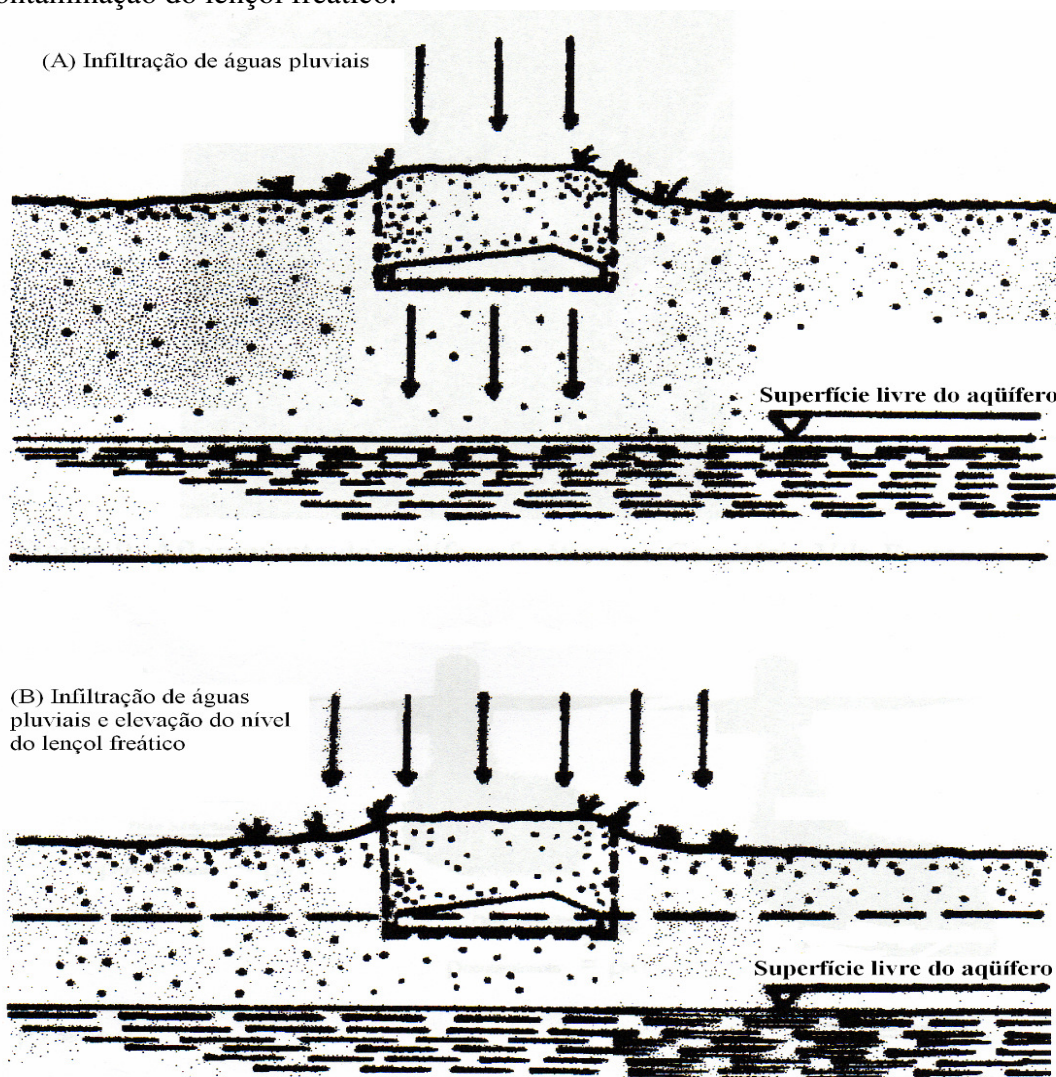
No Estado de São Paulo vigora a Lei n.º 6.134, de 02 de junho de 1988, regulamentada pelo Decreto n.º 32.955, de 07 de fevereiro de 1991, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado, visando seu melhor aproveitamento, com adoção de programa permanente de preservação e conservação que contemple aplicação de medidas contra sua poluição e manutenção do seu equilíbrio físico, químico e biológico em relação aos demais recursos naturais. Esse programa é fiscalizado pelos órgãos estaduais de controle ambiental e de recursos hídricos, para protegê-las e evitar efeitos indesejáveis nas águas superficiais e à saúde pública, além de estabelecer sanções para quem desrespeitar a legislação correspondente, seja com relação ao meio ambiente ou à preservação da saúde (SMA⁶⁷, 1988).

Como exemplo de preocupação com a poluição das águas em regiões onde são instalados cemitérios, pode-se citar a Norma Técnica de código CETESB L1.040, que recomenda a instalação de poços de monitoramento no seu entorno, localizados a montante e a jusante dos locais de sepultamento, para amostragem e análises da água de aquíferos freáticos de acordo com os padrões de potabilidade da então Portaria n.º 36 do Ministério da Saúde, substituída pela Portaria n.º 518, acima citada (CETESB²⁰, 1999).

Caso o cemitério esteja situado em regiões de solos porosos e permeáveis, como areia ou pedregulho, o movimento do necrochorume pode ser rápido e se misturar com a água subterrânea, o que pode causar doenças de veiculação hídrica, se essa água for utilizada para abastecimento público (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

PACHECO⁵³ (2000) e SILVA⁶⁴ (2000) enfatizam que a contaminação das águas subterrâneas nas áreas de cemitérios pode ocorrer pela ação de vetores químicos e microbiológicos que se utilizam das águas superficiais infiltradas e percoladas das chuvas como veículo para transportar o necrochorume para o subsolo. Quando o nível do lençol freático é menos profundo e tem a sua quantidade de água aumentada com a infiltração das chuvas, torna-se muito suscetível e vulnerável e pode ocorrer a inundação das sepulturas, conforme ilustrado na figura 11.

Figura 11 – Ilustração de situações de sepultamentos nas quais pode vir a ocorrer a contaminação do lençol freático.



Fonte: PACHECO⁵³ (2000).

Muitos países no mundo têm preocupação com a utilização de água proveniente de lençóis freáticos e estabelecem distâncias mínimas requeridas por lei entre um cemitério e a instalação de poços de abastecimento de água potável, como por exemplo, na França, a distância mínima é de 100 metros do muro dos cemitérios, e na Inglaterra e Holanda essa distância é de 150 metros (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

SILVA⁶⁴ (2000) relata que o maior risco causado ao meio físico é a possível infiltração do necrochorume no lençol freático, onde a contaminação, que até então estava concentrada, dissemina-se como pluma de poluição.

Caso seja constatada contaminação do aquífero freático, o processo de descontaminação exige técnicas para desinfecção dos reservatórios subterrâneos e tratamento do necrochorume (ABAS², 2001).

Em 2002, a CETESB elaborou valores orientadores de referência nas ações de prevenção da poluição para solos e águas subterrâneas e de controle de áreas contaminadas no Estado de São Paulo, e os revisou em 2005, com o intuito de definir um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea, por meio de interpretação estatística de análises físicas e químicas de amostras de solo e água (CETESB²⁶, 2005).

3.5.1. Doenças de Veiculação Hídrica

O acesso da população à água em quantidade e qualidade adequadas é importante para garantir a manutenção da saúde humana, seja qual for a fonte de abastecimento público ou privado de água tratada (poços, fontes, minas e outras origens).

Segundo CETESB¹⁷ (2005), dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) relatam que 80% das doenças ocorridas nos países em desenvolvimento são causadas por contaminação da água, pois apenas 30% da população mundial têm garantia de água

tratada e 70% dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminação.

As doenças de veiculação hídrica são definidas como doenças em que a água é o veículo do agente infeccioso, ou seja, os microrganismos patogênicos que atingem a água por intermédio de excretas de pessoas ou animais infectados.

Essas doenças causam distúrbios gastrintestinais, como por exemplo, vômitos, cólicas e diarréias, e podem ser transmitidas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos. No Quadro 1, é possível visualizar descrição de tipos de patógenos e indicadores de patógenos comuns em águas, suas características e os efeitos que podem causar à saúde humana, quando estão presentes nas águas (MATOS⁴², 2001; CETESB¹⁵, 2005).

Quadro 1 – Patógenos e indicadores de patógenos comuns em águas

Tipos de Protozoários	Tamanho (µm)	Características	Efeitos
<i>Cryptosporidium parvum</i>	4-6	Resistente à cloração	Gastrenterite
<i>Entamoeba histolytica</i>	20-40	Locomove-se e alimenta-se por meio de Pseudópodes	Amebíase
<i>Giardia lamblia</i>	6-12	Simetria bilateral	Gastrenterite
Bactérias			
(µm)			
<i>Escherichia coli</i>	1,1-1,5 x 2,0-6,0	Bacilo reto, gram-negativo, anaeróbio facultativo	Diarréia Dores abdominais
<i>Legionella pneumiphila</i>	0,3-0,9 x 2,0-20	Bacilo, gram-negativo, aeróbio	Pneumonia Febre
<i>Leptospira interrogans</i>	0,1 x 6,0-12	Célula em forma de hélice flexível, Gram-negativo, aeróbio	Leptospirose
<i>Salmonella typhi</i>	0,7-1,5 x 2,0-5,0	Gram-negativo, anaeróbio facultativo	Febre tifóide
<i>Shigella dysenteriae</i> <i>S. flexneri</i> , <i>S. sonnei</i>	0,7-1,5 x 2,0-5,0	Bacilo reto, anaeróbio facultativo, Gram-negativo	Febre intestinal Gastrenterite Disenteria
<i>Vibrio cholerae</i>	0,5-0,8 x 1,4-2,6	Bacilo reto ou curvo, gram-negativo, Anaeróbio facultativo	Cólera
Vírus			
(nm)			
Adenovírus	100	Resistente no ambiente	Infecções respiratórias
Agente Norwalk	30-38	Icosaedro, inativação ocorre em pH entre 3 e 5	Gastrenterite, vômito, diarréia
Coxsackie humano A1 a A22, A24, B1 a B6	22-30	Família <i>Picornaviridae</i> : icosaedro, algumas espécies são instáveis em pH abaixo de 7.	Doenças respiratórias Meningite, miocardite
Echo humano 1 a 27, 11 a 27, 29 a 33	22-30		Meningite, doenças respiratórias, erupções cutâneas, diarréia, febre
Hepatite A	22-30	Muito estável, resistente em meio ácido e elevada temperatura	Hepatite Gastrenterite
Poliovírus humano 1, 2, 3	22-30		Paralisia, meningite, febre
Reovírus 1, 2, 3	60-80	Icosaedro, mas muitos apresentam a forma esférica. Relativamente estáveis	Infecções do trato respiratório superior, Enterite em crianças e bebês
Rotavírus grupo B	70	Icosaedro, estável até o pH 3,0 e relativamente resistente ao calor.	Gastrenterite

Fonte: MATOS⁴² (2001).

As bactérias são microrganismos procariontes compostos de estrutura celular simples e desprovidos de membrana nuclear, que auxiliam nos processos de decomposição de matéria orgânica, fermentação, fixação do nitrogênio, além de, também, existirem espécies prejudiciais à saúde humana. Sua sobrevivência é maior em temperaturas mais baixas, em solos mais úmidos, com menor atividade microbiana, em ambiente mais alcalino, com maior quantidade de matéria orgânica (MATOS⁴², 2001).

Outras propriedades do solo que influenciam a retenção de bactérias são o tamanho das partículas, o teor de argila, a capacidade de troca de cátions, a umidade e fatores climáticos como chuva (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

MARINHO³⁹ (1998) demonstra os fatores que influenciam o movimento e a sobrevivência de bactérias e vírus no solo no Quadro 2.

Quadro 2 – Fatores influenciadores do movimento e sobrevivência de bactérias e vírus no solo e seus efeitos.

Fator	Efeito
Grau de umidade	Maior tempo de sobrevivência em solos úmidos e durante períodos de grande precipitação fluvial.
Temperatura	Maior tempo de sobrevivência em temperaturas mais baixas.
Adsorção	Sobrevivência ampliada com aumento da taxa de adsorção no solo.
pH	Período de sobrevivência reduzido em solos ácidos, com pH de 3 a 5. pH baixo favorece a adsorção de vírus. pH elevado resulta no desprendimento de vírus adsorvidos.
Luz do sol / evaporação	Menor período de sobrevivência na superfície do solo.
Matéria orgânica	Maior período de sobrevivência das bactérias e possibilidade de reprodução em presença de quantidades suficientes de matéria orgânica. Matéria orgânica solúvel compete com microrganismos por locais de adsorção nas partículas do solo, resultando em menor adsorção ou desprendimento de vírus já adsorvidos.
Antagonismo da microflora do solo	Maior tempo de sobrevivência em solo estéril. Microflora compete com as bactérias por nutrientes. Microrganismos aeróbios do solo afetam adversamente a sobrevivência dos vírus. Microrganismos anaeróbios não afetam a sobrevivência dos vírus.
Chuvas	Microrganismos retidos próximos à superfície do solo podem se desprender após chuvas fortes, por causa do estabelecimento de gradientes iônicos na coluna de solo.
Composição do solo	Bactérias e vírus adsorvem prontamente a argila sob condições apropriadas; quanto maior for o seu conteúdo no solo, mais intenso se torna o processo. Solos que contenham matéria orgânica também favorecem a remoção.
Carga hidráulica / taxa de fluxo	Microrganismos penetram mais profundamente no solo com o aumento da taxa de fluxo. Carga hidráulica se eleva naturalmente durante o período de chuvas.
Cátions	Os bivalentes favorecem a neutralização ou redução de forças repulsivas entre microrganismos e partículas do solo carregados negativamente, o que permite a ocorrência de adsorção.

Fonte: Adaptado de MARINHO³⁹ (1998), p. 23-24.

Segundo Romero, citado por PACHECO⁵³ (2000), o deslocamento de bactérias em águas subterrâneas varia de 15 a 30 metros em meios saturados, mas pode ser maior

no caso da presença de nutrientes, em meios muito grosseiros e em rochas fraturadas; já, o deslocamento de vírus pode chegar a 60 metros. A distância entre determinada fonte de contaminação e um poço varia de 10 a 30 metros, para os princípios de higiene pública.

ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998) e MATOS⁴² (2001) ressaltam que a distância de cemitérios até pontos de captação de água a ser usada para abastecimento deve ser considerada antes da utilização de aquíferos que passam sob cemitérios, pois se águas subterrâneas forem contaminadas por microrganismos presentes nos corpos em decomposição, e houver captação em poços, elas podem ser veículos de doenças.

A força iônica do necrochorume influencia a fixação completa das bactérias e seu efeito na densidade da carga e repulsão eletrostática. A presença de camadas orgânicas e de óxido de ferro também aumenta a retenção de bactérias nas superfícies de grãos de areia e pode causar colapso durante a putrefação.

Devido ao ininterrupto processo de decomposição dos cadáveres, os cemitérios são laboratórios em permanentes transformações biológicas, com populações de bactérias, microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica, que podem apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde pública (PACHECO et al.⁵⁶, 1993; MATOS⁴², 2001).

Os tecidos normalmente permanecem livres de microrganismos durante as primeiras 24 horas depois da morte, a menos que o patógeno não seja previamente encontrado pelo hospedeiro. Existem evidências que as bactérias podem penetrar as paredes intestinais durante o processo da morte e serem distribuídas para todos os tecidos pela corrente sanguínea. Todavia, os organismos distribuídos podem ser destruídos por defesas antimicrobianas do corpo, que não são completamente inativadas até 48 horas depois da morte.

Microrganismos anaeróbios iniciam a substituição de organismos aeróbios poucas horas depois da morte e se multiplicam. Embora o intestino abrigue grande variedade

de organismos, poucos grupos têm implicação na colonização de cadáveres durante a putrefação: *Clostridium*, *Streptococci* e *Enterobacteria* (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

Os vírus são parasitas, agentes infecciosos, invisíveis, não têm metabolismo independente, pois se reproduzem somente no interior de células hospedeiras vivas que lhes forneça energia; infectam animais, plantas e bactérias. São mais persistentes em temperaturas mais baixas, em ambientes mais úmidos e pH levemente alcalino, próximo a neutro, podem sofrer inativação na presença de atividade microbiana, e outros são protegidos pela adsorção, com incremento no tempo de sobrevivência (FERREIRA³¹, 1988; MATOS⁴², 2001).

A adsorção é o maior fator de controle de retenção de vírus e ocorre com mais frequência em solos argilosos. A maioria dos poliovírus são retidos nas camadas do solo próximo à superfície. Os vírus podem se mover através do solo para as águas subterrâneas, com a ajuda da chuva e da inclinação do terreno, e por distâncias consideráveis, em caso de solos arenosos e de cascalhos.

O tempo de sobrevivência de bactérias e vírus, em geral, varia de dois a três meses, mas PACHECO⁵³ (2000) e MATOS⁴² (2001) citam que também foram observados períodos de até cinco anos em condições de nutrição e temperaturas adequadas; porém, em aquíferos arenosos de granulometria fina, morrem antes de 60 a 100 dias.

Os processos de sobrevivência, retenção e transporte de microrganismos dependem de fatores de clima, como temperatura, chuva e precipitação, tipo e teor de umidade do solo, natureza e atividade dos microrganismos presentes, quantidade de matéria orgânica presente, dentre outros (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998; MATOS⁴², 2001).

Os microrganismos morrem aproximadamente duas vezes mais rápido com cada incremento de 10°C em temperaturas entre 5°C a 30°C. Conseqüentemente, a sobrevivência é prolongada consideravelmente a baixas temperaturas. Muitos

organismos sobrevivem em faixas de pH de 6-7 e morrem rapidamente em solos de condições ácidas.

Em solos com pH próximo de 7 a fração de bactérias e vírus retidos pelo solo diminui substancialmente. Outrossim, o acréscimo da concentração de cátions aumenta a capacidade de retenção (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

Os solos comandam a maior parte do movimento de bactérias e vírus, pois a maioria dos microrganismos são filtrados sobre ou próximo à superfície a cerca de 5 cm de profundidade, por exemplo, em solos arenosos; mas os resíduos podem se mover a grandes distâncias.

Embora os solos adsorvam a maioria dos patógenos, essa adsorção diminui com o aumento da velocidade da água, e também é afetada pela força das cargas negativas nas partículas dos vírus; no caso de vírus com baixas cargas, a adsorção é imediata, mas, quando a carga é alta, o movimento é amplo (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998) ainda relatam que plantas poderiam ser utilizadas para remover alguns vírus e bactérias do solo, pois as suas raízes restringem o movimento desses microrganismos, e que o plantio de árvores e plantas deve ser incentivado ao redor de cemitérios.

3.6 POLUIÇÃO DO SOLO

O solo é a porção mais externa da crosta terrestre composta de matéria mineral sólida (rochas e minerais) associada ou não a matéria orgânica (resíduos vegetais, organismos em estado de alteração, substâncias em estado coloidal e microrganismos em atividade), que interage com a água, o ar e os organismos vivos (MIOTTO⁴⁷, 1990).

As camadas do solo estão subdivididas em:

- zona não-saturada – é a camada entre o perfil do solo e a zona saturada, de condição aeróbica e freqüentemente alcalina, formada de vazios entre as partículas sólidas, parcialmente preenchida por água, que desempenha importante papel de filtração natural e autodepuração da água, para atenuar ou eliminar o efeito nocivo dos contaminantes microbiológicos, químicos inorgânicos e compostos orgânicos, em virtude de suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas, nos importantes processos de filtração mecânica, aeração e adsorção, que funcionam como retentores de microrganismos, em distâncias relativamente curtas, muitas vezes em menos de três metros;
- zona saturada – é a camada abaixo da zona não-saturada com poros ou fraturas totalmente preenchidos por água excedente da camada anterior que se move por gravidade em velocidades muito lentas e formam o manancial subterrâneo propriamente dito. Essa água pode desaguar na superfície dos terrenos, na forma de fontes, ou desaguar em rios, ou ainda diretamente em lagos e oceanos. Os processos de interceptação, adsorção e biodegradação de contaminantes geralmente continuam nesta zona, porém com velocidades de percolação muito menores (MIOTTO⁴⁷, 1990; MIGLIORINI⁴⁴, 1994; PACHECO⁵³, 2000; ABAS¹, 2007).

Entre as duas zonas existe faixa de transição denominada franja de capilaridade, é a região mais próxima ao nível de água do lençol freático, além de ser ambiente aeróbico, quase sempre alcalino, com índice de vazios, benéfico para eliminação de contaminantes, como bactérias, vírus, hidrocarbonetos e compostos orgânicos sintéticos (PACHECO et al.⁵⁶, 1993).

A atenuação e capacidade de autodepuração, ou seja, de retenção dos poluentes no subsolo ocorrem por processos biológicos (ação de microrganismos aeróbicos, anaeróbicos e facultativos para digestão de matéria orgânica) e processos físico-químicos (adsorção e retenção de microrganismos e substâncias indesejáveis, relacionadas à capacidade de troca catiônica dos argilo-minerais do solo e do tempo de residência do percolado). Estes processos se tornam favoráveis, dependendo de

diversos fatores, tais como, condutividade hidráulica, granulometria, composição mineralógica, capacidade de troca catiônica, permeabilidade, umidade, presença de nutrientes e condições de aeração. Se estes fatores forem desfavoráveis, pode ocorrer a desestabilização do meio e inviabilizar a eliminação de microrganismos patogênicos e gerar condições oportunas de contaminação das águas subterrâneas (MIOTTO⁴⁷, 1990; GEOCON³³, 1995; MARINHO³⁹, 1998; CETESB²⁰, 1999; PACHECO⁵³, 2000).

Porém, há relação inversa da capacidade de retenção com a permeabilidade do solo, ou seja, a capacidade de retenção de microrganismos é mais eficiente em solos argilosos (menos permeáveis) do que em solos arenosos e cascalhos (mais permeáveis). Sendo assim, no caso de existência de solos com interstícios, fraturas e canais de dissolução, esses podem ter maior vulnerabilidade à contaminação (MARINHO³⁹, 1998; PACHECO⁵³, 2000).

Com a expansão urbana desordenada, o solo tem sido modificado intensa e continuamente pelo homem com a exploração agrícola, mineral e urbana, e processos como compactação, erosão, deslizamentos, inundações, poluição por substâncias orgânicas, inorgânicas e patógenos são constantes, o que ocasiona efeitos negativos, bem como a sua degradação. Portanto, o solo deve ser utilizado conforme sua aptidão de uso, com observação de suas potencialidades, respeitadas suas limitações e fragilidades, pois a degradação pode causar prejuízos irreparáveis ou recuperações inviáveis (PEDRON et al.⁵⁸, 2004).

Em toda a existência do homem, dentre outras funções, o solo tem sido utilizado para a disposição de resíduos, inclusive de cadáveres. Por sua constituição mineralógica, em conjunto com o histórico geológico, as condições intempéricas, microrganismos presentes, condições de aeração e posicionamento espacial da superfície piezométrica do lençol freático, o solo pode ter a sua capacidade de depuração natural prejudicada pelo processo de urbanização sem planejamento, por isso é importante conhecer a natureza do resíduo descartado, determinar a sua

periculosidade e as transformações promovidas no solo (MIGLIORINI⁴⁴, 1994; PACHECO⁵³, 2000; PEDRON et al.⁵⁸, 2004).

PEDRON et al.⁵⁸ (2004) definem poluição do solo como a “presença de níveis de algum elemento ou substância que pode afetar componentes bióticos do ecossistema, comprometendo sua funcionalidade e sustentabilidade”.

Segundo MARINHO³⁹ (1998), os processos antropogênicos capazes de causar poluição ou contaminação de águas subterrâneas têm origem na superfície do solo, e o comportamento dos contaminantes no solo e subsolo é determinado por processos geoquímicos, físicos e biológicos, como, por exemplo, decomposição de matéria orgânica, atividade bacteriana, bioacumulação, dentre outros.

O mais proveitoso tipo de solo para maximizar a retenção dos produtos da degradação é uma mistura de argila e areia de baixa porosidade e grãos de textura fina.

No caso dos cemitérios, a zona não-saturada do solo é a faixa mais importante da defesa contra o transporte dos produtos da decomposição aos aquíferos, que funciona como filtro e absorvente e pode reduzir as concentrações de alguns microrganismos e elementos da decomposição que ocorrem durante a putrefação de cadáveres humanos, pois aumenta a oportunidade de atenuação de infiltração durante a putrefação de cadáveres humanos. Nessa zona os poluentes fecais são degradados a compostos inócuos e a maximização do tempo de residência é o fator chave que afeta a efetiva remoção de bactérias e vírus.

Para selecionar o solo, deve-se considerar a quantidade de bactérias, a distribuição dos tamanhos dos poros e a interação entre as bactérias e a fase sólida, sendo que a distribuição do solo é o fator mais importante para aumentar a área superficial de adsorção e remoção de bactérias. Portanto, o solo deve ter fortes características de adsorção para remover os produtos da degradação de águas infiltradas e também

minimizar o impacto dos cemitérios a águas subterrâneas locais, pois o tamanho dos poros do solo afeta a eficiência da filtração (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

3.7 CEMITÉRIOS E MEIO AMBIENTE

“Meio ambiente é definido como 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, segundo o artigo 3º da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente”, conforme citado por PACHECO⁵³ (2000).

Um impacto ambiental ocorre com alteração, transformação física, química ou biológica do meio.

Segundo PACHECO⁵⁴ (1995), como consequência dos processos transformativos, os cemitérios podem ser considerados como fonte potencial de alterações ambientais.

Do ponto de vista do impacto físico primário, PACHECO⁵⁴ (1995) cita a contaminação das águas subterrâneas, causada por cemitérios, mas também causada por lixo e outras fontes de poluição. Como impacto físico secundário cita a ocorrência de maus odores, encontrada frequentemente em cemitérios. E, ainda, um impacto estético urbanístico, provocado por cemitérios tradicionais, convencionais, localizados nos centros das cidades, com túmulos a céu aberto, com carência de verde, árvores e aspecto acinzentado, que não contribuem para a estética das áreas urbanas.

Após a morte, durante o processo de transformação dos tecidos humanos pela atuação de microrganismos, verifica-se a formação de gases de odor desagradável e de substâncias solúveis portadoras de germes patogênicos.

Segundo PACHECO et al.⁵⁶ (1993), o resíduo líquido contaminante infiltra-se no solo e pode atingir profundidades suficientes para contaminar o lençol freático, o que pode vir a representar risco do ponto de vista sanitário e higiênico.

Já, SILVA⁶⁴ (2000) afirma que “dependendo da profundidade do lençol freático, a carga microbiológica do necrochorume (vírus e bactérias) é eliminada e não existem problemas de contaminação; todavia, em determinadas condições hidrogeológicas, o necrochorume atinge o lençol freático praticamente íntegro, com suas cargas químicas e microbiológicas, desencadeando a sua contaminação e poluição”, com a introdução de vetores no lençol freático, graças ao escoamento, podem ser disseminados nos entornos imediato e mediato dos cemitérios e atingir grandes distâncias.

Os lençóis freáticos são muito suscetíveis e vulneráveis aos processos antrópicos, devido ao posicionamento espacial no meio físico e acesso facilitado aos vetores químicos e microbiológicos, proporcionado pelo carreamento e lixiviação de águas superficiais infiltradas e pluviais.

Caso a população se abasteça de água de poços escavados próximos a lençóis freáticos contaminados por substâncias lixiviadas do solo de cemitérios, oriundas da decomposição dos corpos, pode ocorrer risco de saúde (SILVA⁶⁴, 2000).

PACHECO⁵³ (2000) cita que os cemitérios nunca foram incluídos nas listas de fontes tradicionais de contaminação ambiental, provavelmente por preconceito ou por não se acreditar que cadáveres humanos ou de animais possam trazer conseqüências ao meio ambiente e à saúde pública, o que torna necessário o conhecimento de todos os aspectos deste tipo de atividade, principalmente quando o cadáver humano possa causar alterações no meio ambiente e prejudicar a saúde dos vivos (PACHECO^{54,53}, 1995, 2000; MATOS⁴², 2001).

Segundo MATOS⁴² (2001), existe preocupação por parte da Organização Mundial de Saúde, com relação aos impactos que a atividade cemiterial pode causar ao meio

ambiente, devido ao aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e a eventual presença de microrganismos patogênicos. Vários pesquisadores também defendem a necessidade de estudos geológicos e sanitários das áreas de cemitérios correlacionados à possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, além da necessidade de implantação cuidadosa de cemitérios e fixação de faixas de proteção sanitária como forma de garantir a preservação das águas e seu uso para abastecimento público.

ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998) enfatiza que a maioria dos cemitérios existentes foi implantada sem a preocupação com os riscos potenciais para o ambiente e a comunidade, e poucos pesquisadores têm estudado o impacto do produto da decomposição infiltrado pelo solo nas águas subterrâneas, ou seja, existem poucas informações publicadas sobre o potencial de poluição pelos cemitérios.

A quantidade de produtos decompostos, incluindo cadáveres e madeiras, tecidos e plásticos usados em caixões é influenciada pela idade e número de cadáveres decompostos em determinado cemitério. Preferencialmente, os caixões devem ser feitos de material biodegradável sem produtos químicos que agridam o meio ambiente (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

3.8 CONSOLIDAÇÃO DE ESTUDOS REALIZADOS

É importante ressaltar a existência de estudos já realizados por diversos pesquisadores, preocupados com o potencial poluidor da atividade cemiterial no meio ambiente, os quais estão descritos a seguir.

Os principais estudos sobre essa atividade foram iniciados na década de 1970, na França, por causa da preocupação de higienistas que constataram endemia de febre tifóide em comunidades que se abasteciam de aquíferos freáticos e nascentes localizados próximos a cemitérios. Nessa época registraram-se casos de contaminação também em Berlim, Paris e Alemanha Ocidental.

A África do Sul tem os cemitérios como fontes potenciais de epidemias, onde a água subterrânea tem causado doenças à população. Para reduzir o possível risco de contaminação, existem projetos de realocação de cemitérios e monitoramento das águas subterrâneas.

No Brasil, os primeiros estudos foram realizados no início da década de 1980, pelo CEPAS – Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, como forma de busca de comprovação científica para o potencial risco de contaminação das águas, pois, em várias cidades do país, os cemitérios foram construídos antes de existir qualquer legislação ou preocupação com esse fato, e até os cemitérios construídos recentemente não realizam monitoramento do subsolo (ABAS², 2001).

Segundo PACHECO⁵⁵ (1986), em estudos de infiltração realizados na Califórnia, verificou-se que, em solos areno-argilosos, a percolação de águas permitiu a remoção de níveis potenciais perigosos de bactérias, na profundidade de 1,5 metros. Outros estudos constataram que, com o aumento da distância das sepulturas, diminuem as concentrações de bactérias. Entretanto, a capacidade de retenção do solo depende inversamente da permeabilidade e das condições litológicas, de aeração, redução de umidade, nutrientes, dentre outras.

Ressalta que, em condições desfavoráveis, os efeitos estabilizadores podem ser insuficientes para eliminação de microrganismos patogênicos oriundos da decomposição e podem favorecer condições à contaminação das águas, facilitada pelas épocas chuvosas (arraste pelas chuvas e elevação do nível do lençol freático) (PACHECO⁵⁵, 1986).

Em 1990, MIOTTO⁴⁷ relatou a preocupação com os cemitérios como fonte potencial de risco de contaminação às águas subterrâneas pela ação de microrganismos patogênicos resultantes do processo de decomposição de cadáveres. Nesse estudo procurou-se indicar os aspectos relacionados à localização adequada de cemitérios e apresentar procedimentos para escolha de áreas convenientes à sua implantação, com

base em aspectos geológico-geotécnicos dos solos e nos fatores naturais que controlam o processo de decomposição.

MARTINS et al.⁴¹ (1991) realizaram estudos em três cemitérios localizados nas cidades de São Paulo e Santos, com diferentes características geológicas e hidrogeológicas, para avaliar a qualidade bacteriológica de águas subterrâneas nessas áreas.

Foram coletadas amostras para verificar condições higiênicas, com análises das variáveis coliformes totais, bactérias heterotróficas, microrganismos proteolíticos e lipolíticos, e condições sanitárias do ponto de vista de saúde pública, com análises de coliformes fecais, estreptococos fecais, clostrídios sulfito redutores, colifagos e Salmonella, para analisar o comportamento dos indicadores de poluição de origem fecal e bactérias patogênicas, e as possíveis interferências das condições geológicas dos terrenos e a altura do lençol freático na qualidade dessas águas.

Como conclusão das pesquisas, MARTINS et al.⁴¹ (1991) enumeraram os seguintes tópicos:

- as amostras de água não apresentaram resultados satisfatórios do ponto de vista higiênico e também foram encontrados níveis de concentração elevados para nitrato;
- os indicadores mais adequados para avaliação sanitária de águas subterrâneas são os estreptococos fecais e os clostrídios sulfito redutores;
- encontrou-se Salmonella em apenas uma amostra e não foi detectada a presença de colifagos;
- as condições geológicas e o nível do lençol freático influenciam e exercem papel importante na qualidade bacteriológica das águas subterrâneas, que podem ter risco de contaminação em áreas de cemitérios;
- as normas para implantação e operação de cemitérios devem considerar estas condições.

MIGLIORINI⁴⁴ (1994) monitorou o Cemitério Vila Formosa, localizado na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, considerado o maior da Região Metropolitana e um dos maiores do mundo, para investigar parâmetros indicadores de contaminação química das águas subterrâneas na área do cemitério.

Realizou a locação de nove poços de monitoramento (de diversas profundidades) para medir o nível d'água e coletar amostras de água do aquífero, sendo oito localizados no interior do cemitério e o nono poço distante dos demais, próximo ao muro que o separa das áreas circunvizinhas. Antes da construção dos poços de monitoramento, foram coletadas amostras de água para análise de uma fonte localizada no interior do cemitério.

Em cada amostragem foram analisados os parâmetros: alcalinidade de bicarbonatos, alumínio, nitrogênio amoniacal, arsênio, bário, boro, cádmio, cálcio, chumbo, cloreto, cobre, condutividade elétrica, cromo, ferro, fluoreto, fósforo, gás carbônico livre, magnésio, manganês, níquel, nitrato, nitrito, pH, potássio, prata, silício, sódio, sólidos totais dissolvidos, sulfato, além da temperatura da água, temperatura do ar e zinco.

Com base nos resultados obtidos, classificou as águas subterrâneas do Cemitério Vila Formosa como bicarbonatada cálcica nos poços de monitoramento e como bicarbonatada sódica na fonte, e concluiu que:

- a presença do cemitério contribuiu para o aumento da concentração de sólidos totais dissolvidos e do cátion cálcio nas águas subterrâneas, provavelmente pela utilização da cal no cemitério e pelos ossos;
- os resultados demonstraram concentração excessiva de nutrientes, na forma de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, com origem provável no processo de decomposição dos corpos, ativado pela proliferação de microrganismos, porém dependem do ciclo de sepultamento dos corpos, sendo que sepultamentos

recentes e localização dos túmulos resultam em concentrações maiores destes nutrientes;

- constatou-se a presença dos metais manganês, cromo, ferro, prata e alumínio em níveis acima dos permitidos pela legislação de águas para consumo humano, provavelmente provenientes do desprendimento das tintas, vernizes e guarnições dos caixões.

Estudo realizado entre 1993 e 1995 pela Universidade Federal do Pará constatou, por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas em amostras coletadas de oito pontos em três cemitérios de Belém, a presença elevada de bactérias nas águas subterrâneas (ABES³, 1996).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), com a colaboração dos autores ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998), desenvolveu relatório sobre o potencial impacto dos cemitérios para o meio ambiente e a saúde pública, por causa da preocupação com esta potencial fonte de poluição, onde destaca os principais estudos realizados mundialmente e a necessidade de novos estudos. Nesse relatório são citados os autores Schrops, Van Haaren e Boyd Dent, dentre outros, conforme descrito nos itens abaixo:

- a) Na Alemanha, Schrops detectou altas concentrações de bactérias, íons de amônio e nitrato em pluma de poluição que diminuiu rapidamente com a distância dos túmulos, conforme demonstra a Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 – Contaminação microbiológica do solo – estudos realizados na Alemanha Ocidental

Variação do número de bactérias com o afastamento da amostragem, relativa aos túmulos (UFC/mL)	Distância dos túmulos aos pontos de amostragem da água subterrânea (m)
8000	0,50
6000	2,50
3600	3,50
1200	4,50
180	5,50

Fonte: Adaptado de Schrops (1972) citado por SILVA⁶³ (1999) e PACHECO⁵³ (2000).

- b) Na Holanda, Van Haaren constatou pluma muito salina contendo íons de cloreto, sulfato e bicarbonato abaixo das sepulturas.
- c) Na Austrália, Boyd Dent pesquisou o contexto hidrogeológico da implantação e operação de cemitérios a fim de avaliar o potencial de contaminação de cemitérios às águas subterrâneas de zonas saturadas e não-saturadas, com amostragens de poços e reservatórios de água, durante três anos (1996 a 1998), com análises para avaliar a presença de variáveis químicas inorgânicas, dentre elas, metais e variáveis microbiológicas. Os resultados demonstraram aumento na condutividade elétrica (ou salinidade) em locais próximos a recentes sepultamentos e elevadas concentrações de íons de cloreto, nitrato, nitrito, amônio, ortofosfato, ferro, sódio, potássio e magnésio no subsolo do cemitério. Esses estudos demonstraram que a salinidade e as concentrações de cloreto rapidamente diminuíram com a distância das sepulturas e os resultados de amostras de água subterrânea coletadas sob cemitérios, comparados com o ponto de controle, tinham composições similares, segundo critérios australianos de qualidade de água. Estas investigações não apontaram presença significativa de patógenos, com exceção de *Pseudomonas aeruginosa* que é responsável por doenças de veiculação hídrica.
- d) no Brasil, três cemitérios foram estudados e cada um apresentou diferenças geológicas e geofísicas: a bacia do cemitério de Vila Formosa é composta de sedimentos terciários com alternância de camadas de solo e tamanhos de grãos variáveis com frequência; no cemitério Vila Nova Cachoeirinha a bacia é derivada de alteração de granito com camadas predominantemente ricas em argila; e o cemitério Areia Branca é composto de areia quaternária e sedimentos marinhos com alta porosidade e permeabilidade. Em cada um foram analisadas as águas subterrâneas, para verificar sua contaminação bacteriana. Não foram detectados colifagos (vírus parasitas de bactérias do grupo coliforme) nessas águas, e isso pode ter ocorrido por causa do fato que os vírus são mais facilmente fixados nas partículas do solo do que as bactérias e, conseqüentemente menos são alcançados à água subterrânea. No entanto, foram detectados *Streptococos*,

bactérias redutoras do sulfato e *Clostridium* na maioria das amostras coletadas e mais indicativas da qualidade da água, porém não foram encontrados coliformes fecais. Esse estudo enfatizou, ainda, que, atualmente, é comum a localização de cemitérios próximos a populações de baixa renda, desprovidas de saneamento básico, que utilizam água de poços e nascentes, fato este que precisa de grande atenção (ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸, 1998).

MARINHO³⁹ (1998) realizou estudos hidroquímicos e microbiológicos no Cemitério São João Batista, localizado na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, densamente povoado no seu entorno, para avaliar o tipo de solo sob o cemitério e a provável contaminação das águas subterrâneas, além da discussão dos riscos que podem causar à saúde pública, com a utilização das águas pela população.

Instalou quatro poços de monitoramento para verificar o posicionamento espacial e coletar amostras de água subterrânea, sendo um dos poços localizado no interior do cemitério e os demais na área do seu entorno. Foram coletadas 78 amostras de água, durante um ano hidrológico, além de amostras do solo do cemitério.

Nas amostras do solo foram realizadas análises texturais, de carbonato de cálcio, de matéria orgânica e de permeabilidade, o que classificou o solo como areia média, com alta permeabilidade, o que propicia a infiltração do necrochorume para as águas subterrâneas.

Em cada amostra de água, analisou as variáveis físicas e químicas: pH, condutividade elétrica, temperatura, alcalinidade de bicarbonato, hidróxidos e carbonatos, sólidos totais dissolvidos, oxigênio consumido, dureza total, sulfato, cloreto, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, cálcio, magnésio, sódio, potássio e ferro total.

Realizou, ainda, análises microbiológicas de indicadores de poluição fecal, patógenos, bactérias decompositoras de matéria orgânica que participam do processo de decomposição dos corpos, além de contagem padrão de bactérias aeróbias e

anaeróbias, a saber: coliformes totais e fecais, *Streptococcus* fecais, *Salmonella*, bacteriófagos, bactérias heterotróficas aeróbias e anaeróbias, clostrídio sulfito redutor, bactérias proteolíticas e lipolíticas.

Com base nos resultados obtidos, concluiu que:

- as águas coletadas a jusante do cemitério apresentaram concentrações mais elevadas de sólidos totais dissolvidos do que nos poços localizados a montante, tal como ocorreu com o cálcio, provavelmente por causa dos ossos e utilização de cal no cemitério;
- os compostos nitrogenados nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato indicam a presença de matéria orgânica em decomposição, confirmada pela presença de bactérias patogênicas decompositoras de matéria orgânica oriundas do processo de decomposição de cadáveres, considerando o cemitério como fonte de contaminação.
- os resultados das análises microbiológicas foram insatisfatórios, tendo em vista a ocorrência de bactérias patogênicas oriundas do processo de decomposição de cadáveres;
- as águas subterrâneas analisadas são impróprias para consumo humano do ponto de vista de condições higiênicas e sanitárias e a utilização da água só deve ser feita com desinfecção rigorosa e exames microbiológicos;
- cemitérios tradicionais podem ser avaliados como fontes de contaminação do subsolo e interferem nas características do lençol freático, dependendo das condições geológicas locais.
- para escolha do local, é preciso evitar locais com relevo íngreme e solos muito permeáveis, como areia e cascalho, ou constituídos por materiais muito finos, como areia e silte, ou, ainda, constituídos por rochas fraturadas ou cársticas, com níveis de lençol freático pouco profundos, vislumbrando-se a redução dos possíveis riscos de contaminação e o favorecimento de fenômenos conservadores.

- recomenda estudos prévios de viabilidade da área pretendida para instalação de novo cemitério, para adequabilidade do empreendimento às condições geoambientais, além do monitoramento hidrogeológico periódico dos cemitérios existentes, nas áreas interna e de influência direta no entorno, para proteção da qualidade das águas subterrâneas.

SILVA^{66,63} (1995, 1999) em suas constantes pesquisas sobre o assunto considera os cemitérios como elemento essencial para disposição dos cadáveres, e, apesar de não ser prática usual por razões sociais, culturais e religiosas, defende a adoção da cremação como solução para o problema da potencial contaminação do solo e águas subterrâneas, falta de áreas para sepultamentos, pessoas falecidas por doenças infecto-contagiosas e aquelas que foram submetidas a tratamento radioterápico, além da disposição das cinzas destas últimas em locais adequados, como resíduo radiativo.

Para o autor, as condições geológicas e hidrogeológicas são fatores que devem ser estudados rigorosamente quando da implantação, operação e expansão de cemitérios, de acordo com a legislação vigente, a fim de evitar a degradação do solo e das águas subterrâneas.

Foram realizadas pesquisas em 600 cemitérios no período de 1970 a 1995, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Pernambuco, subdivididos em 75% municipais e 25% particulares, a fim de investigar a problemática dos cemitérios para o solo e as águas subterrâneas.

SILVA^{66,63} (1995, 1999) realizou avaliação qualitativa com trabalhos de laboratório e campo, com enfoque no processo de decomposição e putrefação de cadáveres, liberação e disseminação dos efluentes cadavéricos líquidos e gasosos e a interação com o meio geológico.

Foram observados casos de contaminação e poluição do solo pelos resíduos da decomposição dos corpos e percolação dos efluentes cadavéricos, em cerca de 15 a 20% desses cemitérios, sendo o maior percentual nos cemitérios municipais (60%).

Nessas pesquisas SILVA^{66,63} (1995, 1999) concluiu que:

- a presença dos cemitérios contribuiu para o aumento das concentrações de sólidos totais dissolvidos e cálcio, pela utilização indiscriminada de cal queimada (óxido de cálcio);
- águas subterrâneas apresentaram altas concentrações de produtos nitrogenados, originadas nos processos de decomposição dos cadáveres e também pela presença de microrganismos;
- os cemitérios localizados em áreas mais elevadas não demonstraram degradação, devido a condições de aeração e grande distância do lençol freático;
- a adição de substâncias oxidantes nos cadáveres, como, por exemplo, peróxido de hidrogênio e peróxido de cálcio, além de serem inofensivas para o solo, favorecem o processo de decomposição e evitam a ocorrência de processos transformativos conservadores;
- concentrações de metais como zinco, cobre, ferro, manganês, cromo, prata e alumínio são devidas à liberação durante a destruição dos materiais utilizados nos caixões como tintas, vernizes e guarnições utilizadas; enfatiza a necessidade de utilização de caixões com madeira de fácil decomposição e desprovidos de peças metálicas, tintas e vernizes e materiais plásticos;
- corpos submetidos a tratamentos de radioterapia e marca-passo cardiológico sepultados próximos aos locais de amostragem elevam o nível de radioatividade e o possível risco da presença de metais pesados na água subterrânea, acima do nível natural do local;
- a adoção de sistema de monitoramento hidrogeológico é recomendável para controlar a qualidade da água, medir os níveis de atuação e ações para assepsia e desinfecção do subsolo com a injeção de oxidantes;

- a implementação de rebaixamento do nível do lençol freático com a utilização da drenagem dinâmica é fundamental nas áreas em que este nível seja raso;
- para locais onde haja baixa capacidade de depuração do solo ou necessidade de adição de oxidantes para neutralização do necrochorume ou contenção de contaminação direta do lençol freático, é importante implementar o confinamento hidráulico, uma solução hidrogeotécnica para disposição de resíduos dispostos no solo, que se utiliza de parede diafragma perimetral e sistema de poços de monitoramento hidrogeológico.

MAGALHÃES et al.³⁸ (1999) demonstram os dados de análises de água subterrânea realizadas no subsolo do Cemitério da Paz na cidade de São Paulo, cemitério-parque com topografia ondulada, interflúvio central e duas drenagens a leste e oeste, no qual se realiza sempre o primeiro sepultamento inferior por inumação e os demais por tumulação. As paredes dos carneiros são construídas de material permeável, para permitir percolação de água e irrigação pelas sepulturas.

Para a investigação de eventual contaminação do lençol freático, foram instalados cinco poços de monitoramento, sendo quatro em áreas de sepultamento e o quinto em área distante das outras (a montante), além de um dreno para monitorar o nível do lençol e atuar como segurança para impedir a elevação em épocas de maiores precipitações.

Nesses poços foram coletadas amostras de água para análises das variáveis:

- Microbiológicas: Clostrídios sulfito redutores, colifagos, coliformes fecais, coliformes totais, contagem padrão de bactérias, estreptococos fecais e *Salmonella* sp.
- Físicas e químicas: alcalinidade, cloreto, condutividade, cor, dureza, ferro, fósforo, nitrato, nitrogênio total, pH, sulfato, sólidos totais e turbidez.

A partir dos resultados das análises concluíram que:

- não identificaram microrganismos de origem fecal ou agentes patogênicos (estreptococos, clostrídios, colifagos e *Salmonella*), consideraram a presença de coliformes totais ou bactérias heterotróficas compatíveis com padrões de potabilidade e atribuíram a presença à constituição natural do solo, à utilização de esterco na adubação de jardins e não à decomposição de cadáveres;
- não identificaram problemas que pudessem ser associados à presença de produtos da decomposição e justificam alterações de cor e turbidez às condições de amostragem ou da característica natural da água, por comparação com o poço de monitoramento a montante;
- consideraram as concentrações de ferro acima do padrão de potabilidade como originária da formação do solo e ausências ou presenças em baixas concentrações de compostos de nitrogênio e fósforo como indicadores de que não há influência da decomposição na qualidade da água dos pontos amostrados;
- as características do solo não influenciam na percolação de microrganismos e favorecem a decomposição de matéria orgânica e filtragem desses microrganismos.

PACHECO⁵³ (2000) relata histórico de possíveis processos de contaminação por cemitérios em várias cidades do mundo.

O primeiro exemplo é relacionado à cidade de Paris: no século XVIII houve a desativação do cemitério dos Inocentes por causa de maus odores, saponificação de cadáveres e contaminação de água de poços ao redor do cemitério, proveniente de infiltrações. Já no século XIX, por solicitação do prefeito Haussmann, foi nomeada comissão para localizar lugares adequados para implantação de cemitérios e houve a interdição de três necrópoles existentes, por conta de contaminação do lençol freático pelo produto da decomposição, lençol esse que era utilizado para captação de água pela população local, água que tinha odor desagradável e sabor adocicado nos períodos de estiagem.

Houve notícia de que em Berlim, no período de 1863 a 1867, ocorreu epidemia de febre tifóide devida à contaminação de águas subterrâneas por cemitérios; em Paris, na década de 1970 foram constatadas endemias da mesma doença por fontes de água e poços rasos aflorados do aquífero.

No Brasil, a primeira menção sobre localização ideal de cemitérios ocorreu no século XIX, quando da necessidade do fim das igrejas cemiteriais, o que foi objeto de campanha por médicos que tinham preocupação com os efeitos da decomposição de cadáveres nas igrejas, com relação a higienização das cidades e com a saúde pública.

O primeiro alerta, sem repercussão junto às autoridades brasileiras, sobre a questão da possibilidade de poluição e contaminação das águas subterrâneas e superficiais e a necessidade de estudos geológicos e sanitários em áreas de cemitérios surgiu em 1954 no IV Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária.

PACHECO⁵³ (2000) sintetizou, ainda, em sua pesquisa os trabalhos desenvolvidos no Brasil e no mundo sobre a atividade cemiterial e os possíveis riscos de contaminação ao meio ambiente; ressaltou a necessidade de pesquisas constantes nesta questão e concluiu que o risco de contaminação das águas subterrâneas por cemitérios inadequadamente implantados é realidade.

MATOS⁴² (2001) avaliou a ocorrência e o transporte de elementos químicos, bactérias e vírus no aquífero freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, no município de São Paulo, por intermédio de monitoramento da qualidade das águas. Nas amostras analisadas foram detectadas bactérias heterotróficas, proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, enterovírus e adenovírus, com maior ocorrência de bactérias a vírus, sendo que as bactérias são transportadas poucos metros e têm a concentração diminuída com o distanciamento das sepulturas, diferentemente dos vírus que têm maior mobilidade e atingem algumas dezenas de metros no aquífero.

O autor enfatiza que as principais fontes de contaminação são as sepulturas com menos de um ano, localizadas nas áreas mais baixas e próximas ao nível do aquífero.

Relata, ainda, que nessas águas há aumento do consumo de oxigênio, acréscimo de sais minerais, com conseqüente aumento da condutividade elétrica, além de aumento da concentração de íons bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco.

DENT³⁰ (2006), a partir de seus estudos em cemitérios australianos, observou e elencou as principais práticas necessárias à implantação de cemitérios e concluiu que:

- enterros adequados e práticas de gerenciamento conferem pouco efeito ao meio ambiente e o reuso de sepulturas é uma atividade sustentável;
- caixões feitos de material plástico devem ser evitados, por causa da dificuldade de decomposição;
- é necessário posicionar as sepulturas longe das fronteiras dos cemitérios: pelo menos 10 metros em solos argilosos e 20 metros em solos arenosos, valores variáveis conforme a inclinação topográfica e hidráulica;
- o fundo das sepulturas e conseqüentemente a profundidade precisam estar a pelo menos 1 metro acima de qualquer nível de água permanente, nível esse maior em solos arenosos, além de estar acima de qualquer nível de água que se eleve;
- não realizar sepultamentos próximos a regiões vulneráveis de alagamento e nunca em regiões alagadiças;
- os melhores tipos de solos para cemitérios para auxiliar a decomposição e com boa atenuação dos produtos da decomposição são os argilosos ou arenosos bem drenados;
- a implantação de cemitérios em novos locais e as ampliações devem ser avaliados geo-cientificamente, quanto à adequabilidade com relação a inundações, superfície dos solos, áreas de drenagem, dentre outras;
- fontes de água potável devem estar a pelo menos 200 metros de qualquer sepultamento;
- o ideal é desenvolver os cemitérios primeiro a partir do lado externo e ao redor dos seus perímetros;

- é importante preservar e plantar árvores e arbustos nativos com raízes profundas, especialmente nas áreas limítrofes.

Com relação à disposição dos resíduos originados da atividade cemiterial, LENTZ³⁵ (2002) realizou pesquisa para avaliar os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública de restos exumatórios, com coleta e análises químicas e microbiológicas desses resíduos, em dois cemitérios distintos.

Foram coletadas amostras de madeira e vestimenta de corpos exumados de diferentes idades e *causa-mortis*, e amostra em branco de madeira de serraria, da mesma espécie utilizada em caixões, para comparação dos resultados.

Como parâmetro a empresa adotou a norma técnica ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – NBR 10004 – Classificação de resíduos. Em todas as amostras de exumação e da prova em branco, os valores de parâmetros químicos e microbiológicos mostraram-se abaixo dos limites permitidos ou de detecção e os resíduos não foram caracterizados como perigosos; foram caracterizados como resíduos de classe II – não inertes, com disposição indicada para aterro sanitário. Os microrganismos patogênicos encontrados nos resíduos de exumação foram os mesmos que os da madeira *in natura*. Recomenda que as vestimentas e as madeiras podem ser destinadas em conjunto, sem necessidade de separação prévia.

Como conclusão, LENTZ³⁵ (2002) ressalta que, por não serem considerados resíduos perigosos, a disposição atualmente adotada pelos cemitérios é adequada, não há necessidade de se adotar técnicas especiais e a incineração dos restos de madeira e tecidos é destinação alternativa para os cemitérios.

Embora na norma (NBR 10004) sejam citados diversos compostos, deve-se entender que compostos não listados, que sejam ou possam ser perigosos ao ser humano ou meio ambiente, devem ser classificados como perigosos independentemente ou não de estarem em listas de referência.

MIGLIORINI⁴⁵ (2004) realizou pesquisa em dois cemitérios da cidade de Cuiabá, no Estado de Mato Grosso, para avaliar o risco potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, pois, nesse Estado, os cemitérios não consideram estudos geológicos, hidrogeológicos e de saneamento para a sua construção.

Foram analisados os aspectos físico-químicos: pH, temperatura da água, temperatura do ar, alcalinidade, condutividade elétrica, fósforo, sólidos totais dissolvidos, os metais potássio, sódio, manganês, ferro, zinco, cromo, chumbo e cádmio e os elementos menores nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, sulfato, sílica, fosfato e fluoreto, além dos aspectos bacteriológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Salmonella*, densidade de bactérias heterotróficas aeróbias e anaeróbias facultativas das águas subterrâneas na região desses cemitérios, por meio de amostragens em poços de monitoramento construídos para esse fim no interior dos cemitérios e em pontos de controle fora desses locais.

Concluiu que não foi comprovada a contaminação das águas subterrâneas dos dois cemitérios por produtos nitrogenados e por metais, que a presença dos cemitérios contribuiu para o aumento da condutividade elétrica nas águas subterrâneas, a qual pode ter origem no necrochorume, tendo em vista o aumento da concentração de sólidos dissolvidos nas águas e o conseqüente aumento da concentração de minerais, e, por fim, a detecção da presença de *Salmonella* nesses locais.

3.9 CRITÉRIOS PARA CONSTRUÇÃO DE CEMITÉRIOS EM MEIO URBANO

O processo de uso e ocupação do solo consiste no domínio da natureza pelo homem, com vistas à satisfação de suas necessidades básicas para sobrevivência, que conseqüentemente gera problemas ambientais, pois, mesmo que poucos atuem sobre determinado espaço, o efeito recai sobre muitos. Com o passar do tempo, a evolução humana e atividades produtivas oriundas do desenvolvimento agropecuário, industrial e urbano transformaram a natureza e a apropriação inadequada do espaço

geraram grandes degradações, como por exemplo, desmatamentos, erosões, poluição, detritos, alteração da profundidade de lençóis freáticos e diminuição de camadas férteis de solos.

As questões ambientais devem ser analisadas sob critérios sócio-econômicos, políticos e tecnológicos, pois os grandes contribuintes para a geração de problemas ambientais decorrem da deficiência de saneamento, de assentamentos humanos, de habitações, de nutrição, da destruição de florestas e solos e da destruição ou má exploração de recursos naturais.

Como causas responsáveis pelo aparecimento de impactos ambientais e sociais podem ser citadas as de caráter técnico, de cunho político, equipes de fiscalização com número de componentes e equipamentos insuficientes, de aspecto cultural, dentre outras.

Para minimizar os impactos ambientais e sociais do uso e ocupação do solo e evitar que ocorram de forma desordenada, com a finalidade de preservar ao máximo os recursos existentes para as gerações atuais e futuras além de evitar que o recurso natural seja explorado até sua exaustão, são estabelecidos instrumentos regulamentadores pelos governantes, que se concentram em normas técnicas de edificações e no zoneamento das cidades, no sentido de normatizar a propriedade, a produtividade do uso e o imediatismo da ocupação do solo, com a adoção de medidas de caráter preventivo e corretivo, e definem o que pode ser feito em cada terreno particular, fato que interfere na forma da cidade e em sua economia, mas evita convivências desagráveis entre os diversos usos.

Para isso, é importante conhecer e considerar o meio físico no uso e ocupação do solo, considerando os condicionantes naturais representados por topografia e geomorfologia, cobertura vegetal, tipo de solo, condições geológicas, sistema ou rede de drenagem natural e condições climáticas, os quais devem ser analisados em conjunto, para permitir avaliação do tipo e do grau de adequabilidade de uma área ou região a ser ocupada.

Mesmo com a existência de legislação para regular o uso e ocupação do solo, esses dispositivos legais são de difícil entendimento e aplicação e não são muito acessíveis aos cidadãos por seu excesso de detalhes e termos técnicos, o que também dificulta a fiscalização que se torna praticamente impossível de ser realizada, deixando a maioria das cidades em situação irregular (CHIOSSI²⁷, 1983; LINK³⁵, 1984; VAZ⁷⁰, 1996).

MIOTTO⁴⁷ (1990) afirma que o uso racional de determinada porção de um território só é possível se houver respeito aos limites de tolerância que o ambiente físico impõe às formas de ocupação e uso do solo, de modo que a utilização dos bens da superfície pode fazer desse ambiente um recurso renovável ou não, utilizando-se de estudos geológico-geotécnicos para o planejamento urbano, por meio da cartografia, a fim de que se possa estabelecer e indicar de modo eficiente as potencialidades e restrições do local avaliado.

Nesse mesmo ponto de vista, também estão inseridos os cemitérios, que são sujeitos a critérios de implantação e operação, com o objetivo de respeitar regras para a preservação do meio ambiente.

Segundo MIGLIORINI⁴⁴ (1994), a localização de cemitérios ocorre, preferencialmente, em áreas afastadas dos centros urbanos, mas em grandes cidades, por causa do processo de urbanização intenso e descontrolado, é comum encontrar cemitérios integrados às cidades, mesmo em áreas centrais.

O processo de decomposição de cadáveres deve ser facilitado pelas condições e características dos solos, de modo a ocorrer naturalmente, sem oferecer possibilidade de riscos de contaminação ao sistema solo-água, do ponto de vista de saúde pública (PACHECO et al.⁵⁶, 1993).

De acordo com MIOTTO⁴⁷ (1990), PACHECO et al.⁵⁶ (1993), MIGLIORINI⁴⁴ (1994), ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998), PACHECO et al.⁵² (1999) e SILVA⁶⁵

(2001), existem fatores que condicionam os terrenos a serem adequados à implantação de cemitérios e critérios mínimos necessários para esse fim, os quais são descritos a seguir.

- Topografia: posicionamento geomorfológico do cemitério.
 - Áreas elevadas: é importante para assegurar que as sepulturas não sejam inundadas e os microrganismos fiquem retidos em camadas não-saturadas do solo, com condições de arejamento favorecidas pelo regime de ventos imperante e manutenção das condições de potabilidade de captações pré-existentes. O ideal é que a declividade varie de 5 a 15%.
 - Áreas planas ou com declividade pequena: é importante implantar rede de drenagem pluvial eficiente, seja superficial ou subsuperficial, e utilizar-se de movimentos de terra para aterros.
 - Áreas com declividade acentuada: é recomendável utilizar-se de movimentos de terra para cortes e desenvolvimento de terraços. Essas áreas podem causar problemas em épocas de chuvas, em função de erosão, que chegam a arrastar material terrígeno e, conseqüentemente, expor sepulturas à superfície do terreno.

- Geologia: tipo de solo local e possibilidades de otimização com solo de outros locais ou aditivado com calcário.
 - Homogeneidade do solo: os terrenos devem apresentar solos homogêneos com porcentagens de peso balanceadas de areia, silte e argila (média 30%). Concentrações de até 30% em peso de argila tendem a evitar a saponificação e garantir a condutividade hidráulica, condição necessária à capacidade de atenuar e reter a migração de bactérias e outros microrganismos, pois evita condições anaeróbias, as quais podem ser impedimento para a proliferação dos microrganismos atuantes no processo de decomposição.
 - Grandes concentrações de argila causam excesso de umidade, dificultam a decomposição dos corpos e favorecem a saponificação.
 - Grandes concentrações de areia favorecem a rápida drenagem, a mumificação e processos de fossilização.

- Segundo MAGALHÃES² (2007), solos constituídos de areia e cascalho têm presença de oxigênio que pode funcionar como agente saneador e ocorre a formação de filtro biológico.
- Espessura da camada não-saturada: importante por ter uma posição de filtro e por ser ambiente benéfico para a eliminação de contaminantes, com características aeróbicas e quase sempre alcalina, com grande índice de vazios entre as partículas sólidas e condições para interceptar, adsorver e eliminar bactérias e vírus, e adsorver e biodegradar hidrocarbonetos e compostos orgânicos sintéticos.
- Comportamento dos contaminantes: corpos de indivíduos que contraíram doenças contagiosas ou foram tratados à base de elementos radiativos também são fatores preocupantes na construção de cemitérios em meio urbano. Considera-se que, se os patógenos atingirem as águas superficiais e subterrâneas, podem manter-se ativos, dependendo da oxigenação e da velocidade de deslocamento; e alguns elementos radiativos podem ter meia-vida longa e expor o solo e as águas subterrâneas a contaminação radiativa, de conseqüências difíceis de previsão e enfrentamento.
- Hidrogeologia: posicionamento da superfície piezométrica do lençol freático e o escoamento subsuperficial em sentido e velocidade de fluxo.
 - Nível do lençol freático baixo: é preciso haver distância mínima entre o nível do lençol freático e o plano de fundo das covas, para evitar contaminação pelo necrochorume, permitindo a atenuação e a eliminação das bactérias provenientes do processo de decomposição dos cadáveres.
 - Na legislação federal brasileira é estabelecido o nível mínimo de 1,5 metros (medido ao fim das estações chuvosas) com relação ao fundo das sepulturas, para proteção dos mananciais.

² Contexto extraído de frase escrita por Eng. Flávio Magalhães em carta enviada ao Prof. Dr. Wanderley Paganini, em 23 de maio de 2007.

- Se não for possível estabelecer este nível, pode ser implementada drenagem subterrânea, rebaixamento do lençol freático ou aterros para tornar o fundo dos jazigos mais altos.
- Deve ser conhecida a existência de afloramentos do lençol freático, sob a forma de fontes, brejos, córregos, lagos, poços escavados, dentre outros.
- Os cemitérios devem estar distantes a pelo menos 30 metros de cursos d'água naturais (córregos, rios, lagos e lagoas) e artificiais de uso comunitário (represas e barragens), para não propiciar a deterioração das características de potabilidade natural dessas águas.
- Essa distância deve ser maior que 250 metros de qualquer poço ou nascente de abastecimento de água potável, no caso de locais que apresentem declive hidrogeológico íngreme ou velocidade elevada do fluxo da água subterrânea dentro de um aquífero.

3.10 RESSALVAS COM RELAÇÃO AO POTENCIAL DE POLUIÇÃO

Ao longo dos anos, a ocupação das zonas urbanas em regiões metropolitanas tem se estabelecido de forma inadequada e desordenada, muitas vezes de forma clandestina, o que leva órgãos estaduais e municipais a criarem mecanismos e procedimentos integrados para monitorar e controlar a urbanização irregular. Essas ocupações acarretam distorções no desenvolvimento urbano das cidades e trazem impactos diretos ao saneamento, saúde, transporte e outros segmentos integrados à estrutura social e ao meio ambiente (ARANTES⁹, 1995; PACHECO⁵⁴, 1995).

Muitos pesquisadores, como PACHECO⁵⁴ (1995), têm se preocupado com esses impactos causados pela atividade urbana nas grandes cidades, principalmente pelo potencial de risco que os cemitérios podem gerar, pois são relacionados com a saúde ambiental, ou seja, com o meio ambiente e a saúde pública, e desenvolvem diversos estudos acerca do assunto, para avaliar esse potencial.

ARANTES⁹ (1995) enfatiza que, para avaliação do potencial de risco, deve ser ponderada e identificada com maior clareza a condição de ocupação física e a

interferência dos cemitérios com o meio ambiente, com incidência direta de eventuais impactos com seu entorno.

Cita como exemplo a cidade de São Paulo, que tem um território de aproximadamente 1.500 km², com cerca de 80% considerado uso urbano, ocupada por, aproximadamente, 8 km² de cemitérios, correspondente a cerca de 0,5% de todo território municipal, considerada pelo autor como diminuta e pouco significativa.

Para ARANTES⁹ (1995), a ocupação habitacional faz parte de uma estrutura onde estão integrados os seres vivos, principalmente o homem, cuja dinâmica e o grau de poluição são imponderáveis e de difícil qualificação, tendo em vista que dejetos de habitações ou indústrias podem ser compostos por substâncias orgânicas e químicas não degradáveis, metais pesados, ácidos, dentre outros, o que as tornam potencialmente mais poluidoras do que os cemitérios, pois, tal como DELMONTE²⁹ (1995), consideram a putrefação – processo de decomposição dos corpos – como um processo mensurável quantitativa e qualitativamente, conhecido e orgânico, no qual se conhece os resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

DELMONTE²⁹ (1995) afirma que a putrefação além de ser “elo importante na união das cadeias alimentares em um sistema maior e mais complexo, a teia alimentar, por meio da ação dos saprófitas, microrganismos que modificam a matéria biológica, após a morte dos seres vivos”, é também um processo biológico, fator de equilíbrio, ajuste e manutenção da vida na Terra.

SILVA⁶⁶ (1995) declara que processos de contaminação e poluição de solos acontecem em determinado local, se houver condições de vulnerabilidade no meio físico decorrente de características geológicas, hidrogeológicas, geoambientais, geossanitárias, oferta e atividade de vetores impostos de poluição e contaminação. Todos estes fatores devem ser considerados na implantação e operação dos cemitérios e devem ser analisados caso a caso. Em condições adequadas e características bem investigadas, nem todo cemitério polui o subsolo.

SILVA⁶⁶ (1995), citado por MARINHO³⁹ (1998), realizou ensaios de secagem do necrochorume e concluiu que o líquido polimeriza-se e pulveriza-se à razão de 1 litro a cada 84 horas e se reduz a cerca de 50 gramas de um pó inerte de cor esbranquiçada. Com essas características, dependendo das condições do solo, não atinge o lençol freático, se ele estiver a níveis maiores que 5 metros, e resulta na condição ideal de um cemitério implantado em condições geológicas adequadas, seja nos sepultamentos por inumação ou tumulação.

Para ÜÇISIK E RUSHBROOK⁶⁸ (1998), o principal mecanismo para o transporte dos produtos da decomposição é a percolação para as águas subterrâneas e a maioria desses produtos é idêntica àqueles presentes naturalmente no meio ambiente, acrescidos de gás amônia e dióxido de carbono.

Atualmente existem iniciativas por parte de associações de cemitérios (relatadas por MAGALHÃES et al.³⁸ (1999) e utilizadas no Cemitério da Paz, no município de São Paulo), para controlar e monitorar o eventual impacto causado a lençóis freáticos, com a instalação de poços de monitoramento para coletas de amostras para análises de água do subsolo, conforme estabelecido em norma pela Agência Ambiental Paulista – CETESB, o órgão ambiental do Estado de São Paulo.

MAGALHÃES et al.³⁸ (1999) concluem que, se “respeitadas as normas e regras técnicas vigentes, a inumação em contato com o solo não se constitui em perigo para o ambiente” e sim um processo integrante dos ciclos da Natureza.

DENT³⁰ (2006) concluiu em seus estudos que os cemitérios funcionam como aterros sanitários, fortemente influenciados pela variação temporal e espacial das práticas cemiteriais, e a quantidade dos produtos da decomposição disposta nos cemitérios é pequena e estes não devem ser considerados como prejudiciais, pois o enterro de restos humanos no solo e o reuso das sepulturas são atividades sustentáveis. Porém enfatiza que todo cemitério tem o seu potencial poluidor com relação à infiltração de bactérias e vírus no ambiente, problema resolvido com a adequada implantação, que

contemple investigação geo-científica abrangente, e operação com rigorosa avaliação para acompanhamento das práticas e padrões utilizados na atividade.

3.11 PROCESSOS DE DESCONTAMINAÇÃO DE SUBSOLO NAS ÁREAS DE CEMITÉRIOS

SILVA⁶⁵ (2001) relata que a descontaminação do subsolo, no entorno de cemitérios deve ser procedimento periódico, por ser simples, econômica e de fácil execução. Em estudo realizado, propôs a utilização de solução de ácido peracético, formada de ácido acético, peróxido de hidrogênio e estabilizante, nos poços de monitoramento hidrogeológico ou em furos a trado, a montante do sentido do fluxo do lençol freático nessas áreas, como agente anti-séptico para fungos, vírus e bactérias, além de deixar residual de oxigênio dissolvido na água subterrânea.

Segundo o pesquisador, além deste simples processo, existem outros mais complexos e caros; cita como exemplo a utilização de peróxido de hidrogênio no subsolo.

Enfatiza como medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras a utilização de substâncias oxidantes nos sepultamentos, como por exemplo, óxido de cálcio anidro (cal virgem) ou peróxido de cálcio, que é uma substância em pó, estável, de fácil aplicação, baixo custo e disponível no mercado, e a adoção de laje no fundo das sepulturas, com depressão para coleta do necrochorume oriundo dos cadáveres, para mantê-lo confinado nesse local.

Os estudos de SILVA⁶⁵ (2001) sugerem a aplicação do produto na proporção de 30% do peso do cadáver, adicionado no interior dos caixões, dos forros e travesseiros, ou externamente ao redor dos caixões, nas covas de inumação ou nos carneiros de tumulação. E nos cemitérios verticais essa proporção aumenta para cerca de 45% do peso do cadáver, devido ao confinamento e temperaturas ambientes, com maior tempo de putrefação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada consistiu na revisão bibliográfica, para levantamento de dados secundários, no sentido de demonstrar a avaliação da problemática da atividade cemiterial no meio ambiente em busca de informações acerca da contaminação que essa atividade possa causar, bem como avaliação da inter-relação com os possíveis riscos para a saúde da população.

Apesar de existirem poucos estudos sobre o assunto, para concretizar esta avaliação foram realizados levantamentos bibliográficos em teses, dissertações, legislações e artigos publicados sobre a atividade cemiterial (no Brasil e no mundo) nas bibliotecas da Universidade de São Paulo, instaladas na Faculdade de Saúde Pública, no Instituto de Geociências, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Na CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, além de consulta ao amplo acervo de biblioteca, foi possível o acesso aos registros históricos da Norma Técnica CETESB L1.040, pertencentes ao acervo técnico da instituição e sob a guarda da equipe responsável pela sua elaboração, com o propósito de investigar as causas do surgimento da norma. E, por fim, foram pesquisadas referências em sítios da rede mundial de computadores, a *Internet*.

Foram realizadas entrevistas com especialistas, sobre o aspecto geral e específico da atividade cemiterial e ambiental, de acordo com a experiência de cada profissional:

- a) Prof. Dr. Alberto Pacheco, geólogo do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pesquisador e responsável pela linha de pesquisa “Cemitérios e meio ambiente” naquele instituto; concedeu a entrevista no dia 22 de fevereiro de 2007;
- b) Engenheiro Alfredo Carlos Cardoso Rocca, do órgão ambiental do Estado de São Paulo – CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, coordenou e participou do grupo responsável pela elaboração da Norma Técnica

de codificação CETESB L1.040 e atualmente é Gerente da Divisão de Áreas Contaminadas; concedeu a entrevista no dia 09 de fevereiro de 2007; e

- c) Engenheiro Marcelo de Souza Minelli, atualmente é Diretor de Engenharia Ambiental da CETESB e profissional com experiência em atividades de licenciamento ambiental; concedeu a entrevista no dia 26 de fevereiro de 2007.

Para tanto, foi utilizado recurso tecnológico para gravação de voz e, a partir daí, o texto foi transcrito.

As informações obtidas, a partir da literatura existente e entrevistas, foram catalogadas, detalhadamente estudadas, compiladas e interpretadas para fundamentar os conceitos relacionados à atividade nos aspectos culturais, sociais, legais ou ambientais, e permitir a formulação de avaliações qualitativas e quantitativas, conforme apresentadas nos capítulos de “Resultados e Discussão” e “Conclusões e Recomendações” a seguir.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho constitui uma obra de utilidade pública, que reúne informações a respeito da legislação, medidas mitigadoras e preventivas para a implantação de cemitérios, conhecido o potencial de contaminação ao meio ambiente, no sentido de avaliar o estado dos empreendimentos existentes, a possibilidade de risco causado pelos cemitérios e a constatação do potencial de contaminação no que se refere a águas subterrâneas e solo.

Considerando que, na construção da maioria dos cemitérios implantados, por serem muito antigos e não havia instrumentos legais de controle, não foram levados em conta estudos geológicos e hidrogeológicos, eles podem constituir-se em fonte com risco de contaminação, podendo causar alterações físicas, químicas e biológicas no solo, nas águas subterrâneas e superficiais, que não estiverem devidamente protegidas ou que estejam em locais vulneráveis. É importante que os aquíferos estejam localizados a grandes profundidades e que durante o projeto de implantação de cemitérios sejam feitas sondagens mecânicas em diversos pontos para proteger o aquífero freático e prevenir possíveis problemas de contaminação.

No caso de constatação de poluição causada pelos cemitérios as medidas corretivas e preventivas, critérios para remediação e reutilização dessas áreas para outras finalidades de uso devem estar contempladas em legislação em todos os níveis de governo. O Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas elaborado pela CETESB apresenta um roteiro seqüencial para todas as etapas a serem seguidas e pode ser usado como referencial.

Entretanto, é importante ressaltar que, a decisão de utilização de área de cemitério para outra finalidade, mesmo com planejamento para o encerramento das atividades, há implicações legais a seguir, como, por exemplo, o prazo legal para exumação dos corpos, medidas compensatórias e indenizatórias, além de questões culturais e religiosas, as quais podem influenciar nesse tipo de decisão.

Para minimizar o risco de infiltrações e a contaminação das águas subterrâneas, durante a putrefação dos cadáveres humanos e até mesmo a ocorrência de fenômenos conservadores, é recomendável manter estanque a base das sepulturas nos cemitérios. Essa exigência deve constar de legislação em nível federal, inclusive a fiscalização rigorosa por parte dos órgãos de vigilância sanitária.

Se o nível do lençol estiver localizado acima do preconizado na legislação e na norma técnica CETESB, o processo de decomposição dos cadáveres será favorável e a carga patogênica associada poderá ser eliminada pelo processo de autodepuração biológica e físico-química do solo, resultando na proteção do lençol.

A poluição de aquíferos pode variar significativamente de acordo com a camada geológica e o plano de gerenciamento do cemitério. Drenos superficiais podem interceptar a maioria dos percursos de água antes que qualquer contaminação séria atinja o lençol freático. Para isso, deve ser implantado sistema adequado, eficiente e abrangente de drenagem superficial e profunda, não só nos cemitérios novos, como também nos cemitérios existentes, a fim de corrigir a drenagem natural e artificial e garantir captação e escoamento de águas pluviais de forma segura, evitando, assim, processos erosivos ou inundação de sepulturas. Todavia, as águas drenadas jamais devem ser lançadas em córregos ou rios sem o devido tratamento sanitário. Vale ressaltar que no estudo realizado na literatura existente não se identificou essa contribuição.

Tal como os aterros sanitários, em complemento ao sistema de drenagem, poderiam ser implantadas mantas de impermeabilização no solo, para que não haja eventual contaminação do lençol freático pelo necrochorume.

Nos cemitérios, os cadáveres humanos podem causar poluição não por causa de qualquer toxicidade específica que eles possuam, mas pelo incremento das concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas que ocorrem naturalmente em níveis suficientes para tornar as águas subterrâneas não utilizáveis ou não potáveis.

Por conta desses fatores, o risco de poluição pode ser observado pela maioria dos usuários de poços, com acesso a abastecimento de água raso. Por isso é preciso evitar sepultamentos junto aos muros, construções de habitações próximas dos muros dos cemitérios, perfuração de poços e instalações de redes de água para abastecimento público nessas áreas.

É importante a conscientização da população que se utiliza de águas de poços no entorno das áreas destinadas a atividade cemiterial, com vistas à proteção, limpeza periódica e desinfecção da água de poços, além de cuidados por parte dos cemitérios no sentido de conhecer a qualidade do lençol freático e sua potabilidade, de acordo com as variáveis estipuladas pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde. É importante também que seja conduzido monitoramento hidrogeológico periódico nas áreas interna e do entorno dos cemitérios novos e existentes para evitar a eventual contaminação do aquífero freático por elementos físicos, químicos e microbiológicos provenientes de cadáveres.

Após análise das pesquisas realizadas, percebe-se que na maioria dos locais foram encontrados microrganismos como coliformes totais, termotolerantes, bactérias heterotróficas, além de substâncias químicas como sólidos dissolvidos, nutrientes e cálcio, provavelmente oriundas do processo de decomposição, além de metais como alumínio, cobre, cromo, ferro, manganês e zinco, provavelmente oriundos da composição dos caixões. Por isso, acredita-se ser conveniente realizar nos pontos de monitoramento no interior dos cemitérios e nos pontos de abastecimento de água próximos a essas áreas, minimamente as variáveis listadas no Quadro 3, para avaliação da potabilidade preconizada na Portaria nº 518/2004, por serem consideradas substâncias que representam risco à saúde e precisam estar em conformidade com os padrões de aceitação para consumo humano, além do incremento das variáveis boro, cobalto, molibdênio e níquel, citadas na relação de valores orientadores para solos e águas subterrâneas divulgados pela CETESB:

Quadro 3 – Variáveis mínimas necessárias para monitoramento de águas subterrâneas.

Variável	Unidade	Valor Máximo Permitido
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5
Cádmio	mg/L	0,005
Chumbo	mg/L	0,01
Cianeto	mg/L	0,07
Cloreto	mg/L	250
Cobalto	mg/L	0,005
Cobre	mg/L	2
Coliformes totais	UFC/100 mL	Ausência em 100 mL
Contagem de bactérias heterotróficas	UFC/100 mL	500
Cor Aparente	uH	15
Cromo	mg/L	0,05
Dureza	mg/L	500
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	Ausência em 100 mL
Ferro	mg/L	0,3
Fluoreto	mg/L	1,5
Gosto	-	Não objetável
Manganês	mg/L	0,1
Mercúrio	mg/L	0,001
Molibdênio	mg/L	0,07
Níquel	mg/L	0,02
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Odor	-	Não objetável
Prata	mg/L	0,05
Selênio	mg/L	0,01
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Turbidez	UT	5,0
Zinco	mg/L	5

Outro importante ponto é a diferença em elevação entre o cemitério e o seu entorno. Via de regra, antigamente, os cemitérios eram implantados em áreas elevadas, por

questões sanitárias, mas com a necessidade de urbanização crescente e a especulação imobiliária, eles tornaram-se ilhados nas cidades e a atividade cemiterial passou a ser um negócio lucrativo. Mesmo assim, acredita-se que um cemitério não deve ser alocado em partes mais baixas de terrenos. Com relação a características topográficas de um terreno para implantação de cemitério, é importante que ele apresente declividade adequada variando de 5 a 15%. Caso apresente declividade superior, o terreno deverá ser adequado por meio de terraplenagem e, no caso de declividade inferior, por meio de aterro, para evitar contato de águas pluviais ou infiltradas com restos mortais, e conseqüentemente maior quantidade de produtos da decomposição carreados às águas subterrâneas.

Não foi encontrado item na legislação em nível federal acerca de perfuração de poços para monitoramento hidrogeológico de águas superficiais e subterrâneas. Esse ponto é importante no controle da qualidade dos lençóis freáticos, não só no momento da implantação e operação de cemitérios novos, como também para os cemitérios existentes; e não somente em locais vulneráveis a contaminação, mas em todos os locais onde se pretende instalar cemitérios ou onde já estejam instalados, além de controle periódico de águas de abastecimento público no interior e nas imediações dos cemitérios.

Como complemento a este item é conveniente e oportuno implantar na legislação em nível federal ponto específico relacionado à fiscalização sistemática nos cemitérios existentes e novos, seja por automonitoramento ou inspeção, com a finalidade de verificar se esse acompanhamento está sendo realizado efetivamente e se as condições higiênicas na operação dos cemitérios, com relação a sepultamentos, exumação de corpos, limpeza, coleta e disposição de resíduos funerários são adequadas.

Pela Resolução CONAMA nº 368/2006, aos órgãos ambientais foi delegada a responsabilidade pelo licenciamento. É conveniente que esses órgãos devam ser também os responsáveis pelo controle e fiscalização para o adequado cumprimento das medidas para minimizar e controlar o potencial de poluição e garantir a qualidade

das águas subterrâneas. No caso da impossibilidade de fiscalização pelos órgãos ambientais, a delegação aos órgãos de vigilância sanitária é bastante pertinente.

A camada da zona não-saturada no solo é um importante fator na determinação do impacto dos cemitérios no meio ambiente. A maior parte da biodegradação ocorre nessa zona e ela é a mais importante linha de defesa dos aquíferos subjacentes contra poluição derivada de cemitérios. Portanto, a maximização do tempo de residência e a espessura dessa camada são fatores desejáveis para a remoção e eliminação de bactérias e vírus.

As condições de permeabilidade do solo são essenciais para assegurar o movimento do lençol freático e a possível absorção do necrochorume. São essas condições que determinam o tipo de solo ideal para a implantação de cemitérios, pois características de permeabilidade favoráveis facilitam a entrada de oxigênio e a conseqüente putrefação adequada.

Para a implantação de cemitérios, os melhores tipos de solo são os mistos de areia, silte e argila em quantidades balanceadas, pois combinam a facilidade da decomposição de cadáveres com a dificuldade de liberação de elementos gasosos.

Não foram encontrados na literatura disponível estudos sobre a contaminação do solo pela atividade cemiterial na região das sepulturas até o nível do lençol freático, o que poderia indicar nova linha de pesquisa.

Deve ser incentivado e cumprido o item da Norma Técnica CETESB L1.040, de 1999, quanto ao plantio de árvores e plantas com sistemas de raízes extensas e pivotantes, que absorvam grandes volumes de água e infiltrações no entorno dos cemitérios, o que pode ajudar a reduzir ou isolar organismos patogênicos do solo, além de ajudar a reduzir a quantidade de água infiltrada da chuva que se mistura com a água subterrânea no subsolo de cemitérios e evitar a migração a distâncias consideráveis. Este processo é mais comum particularmente em algumas texturas de

solo, tais como areia e pedregulho, por causa do tamanho dos seus poros que não são pequenos o suficiente para filtrar e absorver eficientemente os microrganismos.

Estima-se que os cemitérios nunca foram incluídos nas listas de fontes tradicionais de contaminação ambiental por questões culturais, em se tratando de fenômeno natural da vida, por existirem vários segmentos da sociedade que, por questões religiosas, não permitem modificações nas áreas destinadas a sepultamentos de seus seguidores, além da necessidade de priorização do gerenciamento de atividades que têm como consequência um potencial poluidor significativo em locais que estejam mais suscetíveis a riscos de contaminação, por parte dos órgãos ambientais.

Independentemente de cultura ou religião, os cemitérios foram incluídos como empreendimentos licenciáveis na Resolução CONAMA nº 335/2003, alterada pela Resolução CONAMA nº 368/2006, que funciona como instrumento de controle para prevenção a poluição, pela preocupação constante das entidades responsáveis com a preservação dos recursos ambientais existentes e, portanto, mostra-se necessário conhecer todos os aspectos deste tipo de atividade, principalmente quando o cadáver humano possa causar alterações no meio ambiente e colocar em risco a saúde da população.

A idade, tamanho e estado de decomposição de cadáveres humanos sepultados, e também os materiais utilizados em caixões são importantes fatores que afetam as características da água infiltrada durante a putrefação. O potencial de poluição da degradação de caixões e roupas sepultadas nas águas subterrâneas não é conhecido. É importante se estabelecer padrões para os tipos de material dos quais os caixões são feitos para minimizar seus efeitos no meio ambiente. Idealmente, caixões e cadáveres humanos devem deteriorar rapidamente para que os produtos da decomposição se tornem absorvidos ou oxidados da mesma forma. É preciso se incentivar a utilização de caixões fabricados com materiais aglutinados com resinas biodegradáveis tais como papelão, cartão especial ou madeiras, todos revestidos de resinas naturais, que são de fácil decomposição e concomitante àquela do cadáver.

Apesar da pesquisa realizada sobre os resíduos sólidos oriundos dos processos operacionais das atividades cemiteriais, tais como, flores, embalagens, restos de exumações, varrição, dentre outros, não apresentar resultados de contaminação é importante adotar disposição e destinação adequada e rigorosamente de acordo com a legislação vigente (Resolução CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 5, de 1993, que especifica a destinação para resíduos de serviços de saúde, e a Norma Técnica de código CETESB E15.011, para casos de incineração local que abrange o Estado de São Paulo, mas pode ser adotada como modelo por outros Estados da Federação), por questões sanitárias.

Não se deve utilizar a faixa do perímetro de segurança do empreendimento para o armazenamento desses resíduos, nem os aterros sanitários para esse fim. É preciso considerar que esses resíduos podem ser focos de fungos e bactérias, principalmente se forem resíduos de mortos por doenças contagiosas ou violentas, bem como os restos de exumação de cadáveres submetidos a tratamentos para câncer. É importante enterrá-los ou incinerá-los no próprio cemitério ou serem retirados por empresas especializadas em resíduos de serviços de saúde, por questões de prevenção, apesar de não haver registros na literatura acerca de evidências de surtos epidemiológicos nessas áreas.

Considerando que na literatura há preocupação de apontar os marcapassos como resíduos com metais pesados e radiativos potencialmente contaminantes que devem ser removidos antes do sepultamento, vale ressaltar que é preciso realizar estudos para avaliar se essa circunstância causa potencial de contaminação significativo ao meio ambiente.

A implantação de cemitérios na maioria das cidades brasileiras não previa perímetros de proteção sanitária em torno dos cemitérios até a publicação da Resolução CONAMA nº 368/2006, porém o recuo citado no instrumento engloba apenas a área de sepultamento em relação ao perímetro do cemitério, sendo que a proibição de construção de habitações, instalação de redes de água para abastecimento público e perfuração de poços não está contemplada.

No caso de condições de poluição decorrentes da atividade cemiterial pouco significativas, há a necessidade do estabelecimento de mecanismos sensores limitadores do potencial de poluição, com vistas ao licenciamento, fiscalização, monitoramento e acompanhamento rigorosos, observados os indicadores de saúde pública.

Conforme mencionado na literatura, entende-se ser de grande importância a utilização de substâncias oxidantes, como óxido de cálcio anidro e peróxido de cálcio nos sepultamentos e lajes de fundo dos jazigos com contenção para o recolhimento, secagem e neutralização do necrochorume, de maneira confinada.

Nos locais onde for constatada a contaminação, mostra-se necessário implantar sistemas de drenagem de águas pluviais com tratamento, otimização de áreas internas dos cemitérios e sepultamentos em caixas de concreto, além da adição de substâncias oxidantes no lençol freático, consideradas como sendo de baixo custo e de eficiência e ganho ambiental positivo, como peróxido de hidrogênio e peróxido de cálcio, para eliminar microrganismos, promover a assepsia do subsolo – solo e lençol freático, acelerar a degradação da matéria orgânica e conferir teor residual de oxigênio ao efluente percolante para o lençol freático, conforme sugere a literatura.

5.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS

Neste capítulo estão apresentadas as questões elaboradas sobre a atividade cemiterial e o potencial de contaminação no solo e águas subterrâneas, e as respectivas sínteses das respostas fornecidas pelos entrevistados³.

Ao pesquisador Prof. Dr. Alberto Pacheco foram feitas perguntas sob os seguintes aspectos:

³ A íntegra da entrevista com Prof. Dr. Alberto Pacheco está transcrita no Anexo 1, com Eng. Alfredo Carlos Cardoso Rocca no Anexo 2 e com Eng. Marcelo de Souza Minelli no Anexo 3.

a) cemitério como potencial poluidor e possíveis situações de contaminação:

- *“O risco potencial de contaminação é muito grande [em] áreas inadequadas do ponto de vista geológico e hidrogeológico... em períodos de chuva intensa quando a água atinge os caixões e causa a exposição dos corpos... contaminação no aquífero – em estudos realizados não [se] concluiu que o risco era efetivo, por ter fossas, que podem interferir no local... é importante aprofundar estudos sobre vírus [e] avaliar se estão ou não em atividade... acompanhar, pois eles aderem às bactérias...”*

b) evidências de surtos epidemiológicos nas regiões de cemitérios:

- *“Não conheço nenhum estudo, a não ser dos franceses na década de 1970 sobre informações que higienistas franceses tiveram endemia, sobre preocupações com enchentes em áreas rurais e contaminação por cemitérios...”*

c) órgãos ambientais com relação a cemitérios:

- *“Tem a norma para empreendimentos novos, mas para os existentes não há controle...”*
- *órgãos ambientais têm grande dose de culpa nisso, pois não agem por parecer que não querem confrontos, porque é o tipo de contaminação que a gente não vê...*
- *têm que agir... ir atrás desses cemitérios – a maioria dos cemitérios municipais que não estão licenciados. Tem que exigir que façam licenciamento conforme a Resolução CONAMA, publicada em 2003. Estipulou prazo de 180 dias para adaptação, mas não ocorreu”*

d) cemitérios municipais comparados a cemitérios particulares:

- *“Particulares fazem projetos. Se houver lacuna ou problema com profundidade do nível d’água, fazem sepultamento em caixas de concreto, que supõe-se que o processo de vazamento de necrochorume é extremamente difícil, fica mais confinado dentro das gavetas...”*
- *nos cemitérios municipais os governantes não estão preocupados se o solo é adequado ou não é. Se o necrochorume vai extravasar ou não. Existe falta de conhecimento do administrador...*
- *temos legislação escassa... isso precisa ser feito e ter maior atenção por parte dos órgãos responsáveis... ocorre certa omissão, principalmente nos cemitérios públicos, não há empenho dos serviços das funerárias, das prefeituras, para fazer o melhor possível...*
- *se os cemitérios privados fazem, (não quer dizer que não haja problema) de uma forma geral fazem bem”*

e) desativação de cemitérios e utilização para outros fins:

- *“Conheço um pequeno cemitério japonês que foi desativado em São Sebastião-SP próximo à praia de São Francisco, um Seminário, mas os corpos permanecem lá. Pararam de enterrar. Não mexem mais e não conheço as causas, e não sei se foi por questões culturais. Não conheço mais nenhum”*

Já, ao Engenheiro Alfredo Carlos Cardoso Rocca foram feitas perguntas sob os seguintes aspectos:

a) cemitério como potencial poluidor e possíveis situações de contaminação:

- *“Um cemitério pode vir a ser um potencial poluidor, desde que seja implantado em área inadequada...”*
- *maior problema é fazer cemitério em áreas onde o nível da água subterrânea costuma subir, aflorar e ter contato com as sepulturas...*
- *cemitérios que foram construídos em baixadas, onde, em determinadas épocas do ano, o nível da água subia e podia ser um problema, porque não tinha condições desejáveis para os microrganismos serem consumidos no subsolo”.*

b) opinião sobre a inexistência de norma internacional sobre o assunto:

- *“Eu não saberia dizer por que não tem uma norma internacional sobre esse assunto”.*

c) órgão ambiental CETESB com relação a monitoramento e investigação de cemitério como área contaminada:

- *“Não tem nenhum caso que eu conheço de cemitério como área contaminada. Nestes 6 anos que estou à frente da coordenação da atividade de áreas contaminadas”.*

d) critério para seleção de área contaminada e tipos de áreas mais investigadas:

- *“É importante selecionar uma área adequada, com solo adequado. Investiga-se mais áreas industriais, postos de combustível, lugar de disposição de resíduos...é mais impactante, porque num cemitério você não deposita, não sepulta todo dia um monte de gente num monte de lugares. E por essa questão que um corpo humano libera 60 litros [de necrochorume] num período de 6 meses, não é uma coisa muito impactante. Agora, se for um projeto muito mal feito, em locais inadequados, aí sim é um problema”.*

e) cemitérios nunca incluídos nas listas de fontes de contaminação:

- *“Por questões que não é uma coisa assim tão problemática, o impacto não é tão grande”.*

f) no caso de constatação de contaminação por cemitério, qual seria o tipo de técnica para recuperação:

- *“...ou bombear e tratar a água contaminada ou algum outro tratamento para desinfetar ou até para fazer uma bioremediação, por que é matéria orgânica. A princípio é mais fácil de tratar, mas nunca ouvi falar de nenhum caso. Os casos de contaminação que houveram deram um jeito de não sepultar mais gente nas áreas*

críticas. Depois de um certo tempo o corpo não libera mais nada e não há mais problemas”.

E, por fim, ao Engenheiro Marcelo de Souza Minelli foram feitas perguntas sob os seguintes aspectos:

a) cemitério como potencial poluidor e possíveis situações de contaminação:

- *“Partindo do princípio do que é potencial poluidor, toda atividade que altera o meio é um potencial poluidor e o cemitério está incluído... impacto gera, mas se for comparar um cemitério com um aterro, as coisas mudam de magnitude...”*
- *“é uma atividade que existe desde que o mundo é mundo. Se ela tivesse um potencial tão grande, ou se tivesse um risco tão grande, acho que certamente deveria ter mais casos de contaminação, mais casos de poluição associados a essa atividade do que qualquer outra...a notícia sobre a contaminação associada é bem menor do que a associada a várias outras atividades”.*

b) opinião sobre a inexistência de norma internacional sobre o assunto:

- *“Fazemos normatização para buscar um senso comum. Como não é uma atividade que se tem alternativas, por estar tão associada à história da humanidade, pelo menos da nossa ocidental, o sepultamento está tão associado a uma atividade normal. Falar em morte é uma consequência da vida e o sepultamento é também uma consequência da morte. Tão natural, por isso que talvez não haja uma normatização internacional”.*

c) órgão ambiental CETESB com relação a licenciamento de cemitério:

- *“... passamos a licenciar os cemitérios só com a alteração do (decreto) 8468 em 2002, antes não era uma atividade que pertencia ao rol das atividades licenciáveis...”*
- *para os novos empreendimentos... existem alguns casos onde é feito até consulta da necessidade ou não de EIA/RIMA/RAP. Acho que essa preocupação é pertinente não pela atividade em si, mas sim pela sensibilidade do meio onde se pretende instalar essa atividade... que altera as características do meio...*
- *tem-se buscado no processo de licenciamento fazer com que a Resolução [CONAMA] seja cumprida, ou seja, que as medidas de engenharia ou medidas sanitárias sejam atendidas na fase de projeto...*
- *já para os cemitérios existentes, a CETESB, até o momento, não estabeleceu uma ação sistematizada de como proceder... ela tem discutido isso... e feito algumas consultas... para ver como será essa conduta...”.*

d) monitoramento de cemitérios com análises de água e solo:

- *“...se levarmos que em conta que a questão não é o empreendimento em si, mas a fragilidade do local onde ele está instalado, eu começaria fazendo isso pelos locais que são mais susceptíveis a riscos... nas áreas de recarga de aquíferos, ... de proteção de mananciais..., ... as consequências da permanência da atividade*

durante determinado tempo, para daí sim definir quais são as medidas de engenharia que forem necessárias, medidas de controle, de mitigação...”.

e) CETESB e os esforços na pesquisa acurada da poluição por cemitérios:

- *“...talvez nunca tenha sido esse foco porque tinha outros problemas evidentemente mais graves para serem gerenciados do que a atividade de cemitérios, como problemas de aterros, de estações de tratamento de fornecimento de água, a própria atividade industrial...*
- *já era de certa forma regradada...no Código Sanitário. Talvez seja mais um fator que isso tenha ficado para um segundo, terceiro, quarto, quinto ou sexto plano...*
- *o reflexo como fonte de contaminação é pouco divulgado, pode ser uma consequência que é muito pouco conhecido ou porque de fato não é uma fonte de significativa preocupação. Não que jamais tenha que ser pensado”.*

5.1.1. Súmula das entrevistas

Nas entrevistas com pesquisador da atividade cemiterial e representantes do órgão ambiental CETESB, as opiniões divergem com relação ao potencial de poluição dos cemitérios, mas um ponto é comum aos entrevistados: a decomposição dos corpos é fenômeno natural, que depende de condições intrínsecas e extrínsecas ao cadáver e são considerados importantes fatores como implantação geológica e hidrogeológica e operação técnica e sanitária adequadas, conforme pode se observar no Quadro 4.

Quadro 4 – Súmula das entrevistas.

Questão abordada	Opiniões dos entrevistados		
	Prof. Dr. Alberto Pacheco (USP)	Eng. Alfredo Rocca (CETESB)	Eng. Marcelo Minelli (CETESB)
Potencial de poluição:	Muito grande.	Não é tão grande.	Não é tão grande.
Possíveis situações de contaminação:	Implantação em áreas inadequadas do ponto de vista geológico e hidrogeológico. Inundação de sepulturas.	Implantação em áreas inadequadas do ponto de vista geológico e hidrogeológico. Inundação de sepulturas.	Implantação em áreas inadequadas do ponto de vista geológico e hidrogeológico. Inundação de sepulturas.
Controle por parte de órgãos ambientais:	Há necessidade de cumprimento da legislação sobre licenciamento ambiental.	Prioriza investigações em áreas com potencial de poluição mais significativo.	Prioriza investigações em áreas com potencial de poluição mais significativo. Licenciam empreendimentos novos e buscam critérios para licenciar os existentes.
Minimização dos riscos:	Implantação e operação adequadas.	Implantação e operação adequadas.	Implantação e operação adequadas.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apesar da existência de instrumentos regulamentadores para a atividade cemiterial, como, por exemplo, a Resolução CONAMA 368/2006 e a Norma Técnica CETESB L1.040/1999, o principal problema dos cemitérios nas cidades é a pouca importância atribuída pelas autoridades responsáveis à manutenção e operação dos empreendimentos.

Por isso, a atividade cemiterial pode vir a constituir-se em risco potencial de poluição para a saúde ambiental, especificamente às águas subterrâneas e superficiais, devido ao aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas e a eventual presença de microrganismos patogênicos, e é importante que os cemitérios sejam submetidos a avaliações sanitárias periódicas, principalmente nas regiões onde haja consumo de água captada de poços e fontes próximos a cemitérios, para evitar problemas de saúde à população.

É necessário licenciar, fiscalizar, monitorar e acompanhar a atividade cemiterial rigorosamente, observados os indicadores de saúde pública e critérios de prevenção e controle da eventual poluição, além da utilização de técnicas de remediação para reutilização de áreas de cemitérios, com vistas à preservação dos recursos naturais para as gerações atuais e futuras.

A implantação e a operação de cemitérios devem ser conduzidas com as melhores técnicas de proteção e preservação do meio ambiente, com amplos estudos ambientais prévios e um alto padrão de operação, respeitando as condições sanitárias estabelecidas, e fixando faixas de proteção sanitária como forma de garantir a qualidade das águas e seu uso para abastecimento público.

Desde o início da atividade cemiterial, muitos empreendimentos não tiveram a obrigação de tomar cuidados na implantação e operação, mas com o crescimento populacional constante, surgiram instrumentos legais de controle, para que se considere a condição de ocupação física e a interferência dos cemitérios sobre o meio ambiente, com incidência direta de eventuais danos ao seu entorno, utilizando-se de

controle e monitoramento da qualidade dos lençóis freáticos, com a instalação de poços para coletas de amostras para análises de água, com a finalidade de controlar a potabilidade da água e incentivar a adoção de procedimentos de assepsia do subsolo, utilizando-se de substâncias oxidantes como peróxido de hidrogênio e ácido peracético, dentre outras.

Para acelerar a decomposição dos corpos ou evitar fenômenos conservadores, recomenda-se também a utilização de substâncias oxidantes nos sepultamentos, como por exemplo, óxido de cálcio anidro (cal virgem) ou peróxido de cálcio. Para que essa técnica possa ser adotada é preciso buscar uma mudança de cultura, principalmente nos locais onde os cadáveres são sepultados diretamente no solo.

Considerando-se que a atividade cemiterial é realizada desde o princípio da Humanidade e a utilização do solo nas áreas de cemitérios é exclusivamente para o uso de sepultamentos, se as condições fisiográficas, geológicas e hidrogeológicas da área pretendida para a implantação de determinado cemitério atenderem a requisitos legais, cuidados higiênicos e sanitários, e as áreas do entorno não forem utilizadas para agricultura, moradia ou lazer, a contaminação do solo torna-se localizada e capaz de não causar reflexos à população, principalmente pelo desempenho do papel autodepurador do solo. Portanto, pode-se concluir que quando são atendidos esses preceitos e cuidados, a área se torna favorável à implantação e operação da atividade cemiterial.

Por este aspecto, o risco potencial de poluição de cemitérios pode existir, porém se a implantação e o gerenciamento forem adequados, poderá ser considerado de caráter controlável, se comparado ao potencial poluidor de outras atividades antrópicas.

E, por fim, considerando que este trabalho não esgota o campo de pesquisa da atividade cemiterial, recomenda-se a tomada de ações visando criar mecanismos para organizar as formas de solicitação e compilar as informações resultantes do monitoramento dos solos e águas subterrâneas dos cemitérios e entornos, de modo a possibilitar a realização de um trabalho de avaliação dos possíveis danos desta atividade no ambiente, que, certamente, será de valia para o seu planejamento.

7. REFERÊNCIAS

1. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Águas subterrâneas. [acesso em 21 fev. 2007]. Disponível em: http://www.abas.org.br/index.php?PG=aguas_subterraneas&SPG=aguas_subterraneas_as#1.
2. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Perigo: cemitérios e a contaminação das águas subterrâneas. ABAS Informa. 2001;111:12-13.
3. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Saúde por água abaixo. Rev. Bio. 1996;3:34-37.
4. Anonymous. Cemitério mais saudável para os vivos. Rev Ciência Hoje. 2001;29:49.
5. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 1.588, de 28.12.1992. Aprova o Regulamento da política de promoção, proteção e recuperação da saúde, vigilância sanitária e epidemiológica no Município de Goiânia. [decreto na internet]. [acesso em 16 jan. 2007]. Disponível em: http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=278&mode=PRINT_VERSION.
6. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 20.786, de 10.08.1998. Aprova o Regulamento do Código Sanitário do Estado de Pernambuco [decreto na internet]. [acesso em 16 jan. 2007]. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=381&word=cemit%C3%A9rio#>.
7. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 8.739, de 13.10.1983. Regulamenta a Lei Complementar nº 31, de 24 de novembro de 1982, que institui o Código Estadual de Saúde e aprova normas básicas sobre promoção, proteção e recuperação da saúde, e dá outras providências. [decreto na internet]. [acesso em 16 jan. 2007]. Disponível em: http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=278&mode=PRINT_VERSION.
8. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 456, de 10.06.1995. Aprova as Normas Técnicas ao Saneamento Básico e ao Meio Ambiente, elaboradas pela Superintendência de Vigilância Sanitária. [portaria na internet]. [acesso em 16 jan. 2007]. Disponível em: http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=319&mode=PRINT_VERSION.
9. Arantes LCA. Implantação de cemitério vertical e meio ambiente. In: [SINCESP/ACEMBRA] Sindicato dos Cemitérios Particulares do Estado de São Paulo e Associação Cemitérios do Brasil. Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente; 1995 jun. 8; São Paulo, Brasil. São Paulo: Federação do Comércio do Estado de São Paulo; 1995. p. 17-24.

10. Barbosa MC, Coelho H. Impacto ambiental dos cemitérios horizontais e sua relação com o controle sanitário nas áreas urbanas [acesso em 06 jan. 2006]. Disponível em: <http://www.biossegurancahospitalar.com.br/files/ImAmbCem.doc>.
11. Borges ME. Arte funerária no Brasil (1890-1930) – Ofício dos marmoristas italianos em Ribeirão Preto. Belo Horizonte: C/Arte; 2002. p.115-168.
12. Brandão CJ. et al. Impacto ambiental causado por cemitérios. São Paulo: Universidade Ibirapuera; 1999.
13. Brasil. Lei n.º 4.771, de 15.09.1965. Institui o novo Código Florestal [lei na internet]. [acesso em 23 maio 2007]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L4771compilado.htm>.
14. Brown D. Anjos e demônios. Rio de Janeiro: Sextante; 2004. p.399.
15. CDA – Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. Lei 10.083, de 23.09.1998. Dispõe sobre o Código Sanitário do Estado [lei na internet]. [acesso em 14 jul. 2005]. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/download.asp?tipo=zip&arquivo=le10083.zip>.
16. Ceccim RB. Inovação na preparação de profissionais de saúde e a novidade da graduação em saúde coletiva. sd. [acesso em 23 maio 2007]. Disponível em: <http://www.opas.org.br/rh/admin/documentos/CeccimRB.pdf>.
17. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Coleta e preservação de amostras de água para consumo humano, em atendimento à Portaria 518-MS, de 25/03/2004. São Paulo: CETESB; 2005. v.1.
18. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decreto n.º. 47.397-02, de 04.12.2002. Dá nova redação ao Título V e ao Anexo 5 e acrescenta os Anexos 9 e 10, ao Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto n.º 8.468, de 8 de setembro de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. [decreto na internet]. [acesso em 10 jan. 2006]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/2002_Dec_Est_47397.pdf.
19. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Decreto n.º. 47.400, de 04.12.2002. Regulamenta dispositivos da Lei Estadual n.º 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise. [decreto na internet]. [acesso em 10 jan. 2006]. Disponível em:

http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/decretos/2002_Dec_Est_47400.pdf.

20. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Implantação de Cemitérios: Norma Técnica L1.040. São Paulo: CETESB; 1999.
21. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Lei n.º 997, de 31.05.1976. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente [lei na internet]. São Paulo: CETESB; 1976 [acesso em 24 maio 2007]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1976_Lei_Est_997.pdf.
22. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Manual de gerenciamento de áreas contaminadas [relatório na internet]. São Paulo: CETESB; 2001 [acesso em 20 fev. 2007]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp.
23. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. O que é licenciamento ambiental? [relatório na internet]. São Paulo: CETESB [acesso em 23 maio 2007]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/onde_fazer/define_licenciamento.asp.
24. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. O que são áreas contaminadas [relatório na internet]. São Paulo: CETESB; 2005 [acesso em 10 jan. 2006]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/areas.asp.
25. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relação de áreas contaminadas [relatório na internet]. São Paulo: CETESB; 2006 [acesso em 10 jan. 2006]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.asp.
26. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo [relatório na internet]. São Paulo: CETESB; 2005 [acesso em 21 fev. 2006]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf.
27. Chiossi NJ. Impactos ambientais e sociais no uso e ocupação do solo. In: XXVII Congresso Estadual de Municípios; 1983; Guarujá, BR. Guarujá; 1983.
28. CVS – Centro de Vigilância Sanitária. Decreto 12.342, de 27.09.1978. Aprova o Regulamento a que se refere o artigo 22 do Decreto-Lei n.º 211, de 30 de março de 1970, que dispõe sobre normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde [decreto na internet]. [acesso em 02 out. 2005]. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/download.asp?tipo=zip&arquivo=78de12342.zip>.

29. Delmonte C. Putrefação e suas conseqüências para o meio ambiente. In: SINCESP/ACEMBRA – Sindicato dos Cemitérios Particulares do Estado de São Paulo e Associação Cemitérios do Brasil. Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente; 1995; São Paulo, BR. São Paulo: Federação do Comércio do Estado de São Paulo; 1995. p. 25-27.
30. Dent BB. The hydrogeological context of cemetery operations and planning in Australia. [acesso em 05 nov. 2006]. Disponível em: http://www.science.uts.edu.au/des/StaffPages/BoydDent/boyd_dent.html.
31. Ferreira ABH. Novo dicionário básico da língua portuguesa: Folha/Aurélio. São Paulo: Nova Fronteira; 1988.
32. Foucault M. O nascimento da medicina social. In: Microfísica do poder. Rio de Janeiro: Graal; 1992.
33. Geocon Projetos e Consultoria. Relatório de avaliação geológica e hidrogeológica: Cemitério parque – Mauá – SP – João Antonio Setti Braga. São Paulo: Geocon; 1995.
34. Guimarães T. Conselho impõe regras para cemitérios. Folha de S. Paulo, 2003 ago. 10; Caderno Cotidiano [acesso em 30 set. 2005]. Disponível em: <http://www.serhid.rn.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=1540>.
35. Lentz – Consultores em Meio Ambiente. Avaliação dos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública de restos exumatórios. São Paulo; 2002.
36. Link VR. Impactos ambientais e sociais do uso e ocupação do solo. Rev. DAE. 1984;139:284-287.
37. Loureiro MAS. Origem histórica dos cemitérios. São Paulo: Gráfica Municipal; 1977.
38. Magalhães F, Mello LG, Motidome MJ, Cavalcanti JE. Cemitério e meio ambiente. São Paulo; 1999. 2 ed.
39. Marinho AMCP. Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios. Estudo do caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza – Ceará [dissertação de mestrado]. Fortaleza: Centro de Ciências – Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará; 1998.
40. Martins RF. Mananciais: proteção jurídica. 2007. [acesso em 23 maio 2007]. Disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com/protege-manancial.htm>.
41. Martins MT, Pellizari VH, Pacheco A, Myaki DM, Adams C, Bossolan NRS, Mendes JMB, Hassuda S. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. Rev. Saúde Pública. 1991;25:47-52.

42. Matos BA. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo [tese de doutorado]. São Paulo: Instituto de Geociências da USP; 2001.
43. Mattos M. Conama modifica normas para a construção de cemitérios. Brasília: 2006. [acesso em 24 fev. 2006]. Disponível em <http://www.mma.gov.br/ascom/impressao.cfm?id=2283>.
44. Migliorini RB. Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo [dissertação de mestrado]. São Paulo: Instituto de Geociências da USP; 1994.
45. Migliorini RB. Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas, região de Cuiabá e Várzea Grande – MT. In: Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública / Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2004.
46. Ministério da Saúde. Portaria n.º 518/2004, de 25.03.2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências [portaria na internet]. [acesso em 10 nov. 2005]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf.
47. Miotto SL. Aspectos geológico-geotécnicos da determinação da adequabilidade de áreas para a implantação de cemitérios [dissertação de mestrado]. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP; 1990.
48. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução n° 335, de 03.04.2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios [resolução na internet]. [acesso em 14 jul. 2005]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33503.xml>.
49. MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução n° 368, de 28.03.2006. Altera dispositivos da Resolução n° 335, de 03.04.2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios [resolução na internet]. [acesso em 26 maio 2006]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res36806.xml>.
50. Pacheco A, Batello E. A influência dos fatores ambientais nos fenômenos transformativos em cemitérios. Rev Engenharia & Arquitetura. 2000;2:32-39.
51. Pacheco A, Saraiva FA. Normas a que deve obedecer a escolha de terrenos para a instalação de cemitérios públicos em Portugal – Comentários técnicos e licenciamento ambiental. Rev Tecnologias do Ambiente. 2005;65:12-15.
52. Pacheco A, Silva LM, Mendes JMB, Matos BA. Resíduos de cemitérios: um problema, também, social. Rev. Limpeza Pública. 1999;52:25-27.

53. Pacheco A. Cemitério e meio ambiente [tema de livre docência]. São Paulo: Instituto de Geociências da USP; 2000.
54. Pacheco A. Cemitério e o impacto nas águas subterrâneas. In: SINCESP/ACEMBRA – Sindicato dos Cemitérios Particulares do Estado de São Paulo e Associação Cemitérios do Brasil. Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente; 1995; São Paulo, BR. São Paulo: Federação do Comércio do Estado de São Paulo; 1995. p. 1-13.
55. Pacheco A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. Rev Spam. 1986; 17:25-37.
56. Pacheco CEM, Marinhos LW, Straceri LYA, Shatkovsky M, Iriya AS, Colucci R, Kinoshita RK. Programa de minimização da contaminação das águas subterrâneas causada por cemitérios [trabalho de curso de especialização]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 1993.
57. Paganini WS. Introdução ao controle da poluição das águas. In: Controle da Poluição do Meio Poluição das Águas. São Paulo; 2006.
58. Pedron FA, Dalmolin RSD, Azevedo AC, Kaminski J. Solos urbanos. Ciência Rural [periódico on line] 2004;34. [acesso em 10 jan. 2006]. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000500053.
59. Rebouças AC, Braga B e Tundisi JG. Águas doces no Brasil. São Paulo: Escrituras; 2002.
60. Rezende ECM. Necrochorume. Salve o Planeta Terra [periódico on line] 2005. [acesso em 25 jan. 2006]. Disponível em <http://salveomundo.blogspot.com/>.
61. Rezende ECM. O céu aberto na terra: uma leitura dos cemitérios de São Paulo na geografia urbana. [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP; 2004.
62. SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Resolução nº 027-03-SEMA, de 05.08.2003. Estabelece requisitos e condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento, no que tange à proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas [resolução na internet]. [acesso em 31 jul. 2005]. Disponível em: www.pr.gov.br/meioambiente/pdf/res_sema_027_2003.pdf.
63. Silva LM. A influência dos cemitérios no meio ambiente. In: I Fórum SINCEPAR “Cemitérios – Impacto Ambiental”; 1999; Curitiba, BR. Curitiba; 1999.

64. Silva LM. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. *Saneamento Ambiental*. 2000; 71:41-45.
65. Silva LM. Critérios para a implantação e a operação de cemitérios e de crematórios. São Paulo: CTAF; 2001.
66. Silva LM. Os cemitérios na problemática ambiental. In: I Seminário Nacional “Cemitérios e Meio Ambiente”; 1995; São Paulo, BR. São Paulo: SINCESP & ACEMBRA; 1995.
67. SMA – Secretaria do Meio Ambiente. Lei nº 6.134, de 02.06.1988. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências. [lei na internet]. [acesso em 25 nov. 2006]. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/aquifero/lei886134.doc>.
68. Üçisik AS, Rushbrook P. The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing. Denmark: WHO; 1998. [acesso em 19 set. 2005] Disponível em <http://www.who.int/en/>.
69. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Guia de apresentação de teses. São Paulo: A Biblioteca; 2006. 2 ed.
70. Vaz JC. Legislação de uso e ocupação do solo. 1996. [acesso em 12 nov. 2006]. Disponível em <http://www2.fpa.org.br/portal>.

ANEXO 1 - ENTREVISTA: ALBERTO PACHECO

Entrevista concedida no dia 22 de fevereiro de 2007 pelo Prof. Dr. Alberto Pacheco, geólogo do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

Questão 1: O senhor considera um cemitério como potencial poluidor? Se sim, em que situações os cemitérios podem contaminar?

“Em São Paulo houve trabalhos desenvolvidos no século passado para diagnóstico, avaliação ambiental preliminar em diversos cemitérios com relação a problemas ambientais. De suspeita de contaminação, após pesquisas, passaram a ser confirmatórias. O risco potencial de contaminação é muito grande. Áreas inadequadas do ponto de vista geológico e hidrogeológico. Vila Formosa o maior cemitério da América Latina é feito sepultamento no chão. Muitos sepultamentos não são realizados a 1,5 metros como determina a legislação, mas a 0,90 m de profundidade, por causa de reuso das covas. Quando o corpo atinge o limite de 3 anos, se estiver esqueletizado, tiram o esqueleto se a família pedir. Se não pedir deixam lá e jogam pá de terra em cima e colocam outro caixão por cima. Existem riscos em períodos de chuva intensa quando a água atinge os caixões e causa a exposição dos corpos. Nunca estudaram sobre contaminação de solo. Não há registros na literatura. No Norte e Nordeste o problema é mais sério. Mais comum é o estudo sobre risco de contaminação no aquífero – em estudos realizados não concluiu que o risco era efetivo, por ter fossas, que podem interferir no local. Quando se faz análise em água subterrânea de cemitério é sempre bom acrescentar a variável bactérias proteolíticas, para se ter certeza se a água é de fossa ou não e se a contaminação é originária de corpos sepultados ou não.

Além das bactérias, pela primeira vez Bolívar encontrou vírus, mas não se concluiu se os vírus estavam ativos ou não. Grave.

Influência ou não desses novos trabalhos no serviço funerário. Prefeitura pretendia transformar os jardins em áreas de lazer. Não sabe se os trabalhos tiveram influência, mas acredito que sim. Falta de gerenciamento nos cemitérios, os impactos sanitários, os aspectos urbanísticos, além dos vetores (ratos, baratas, escorpiões). Programa está sendo paulatinamente instalado. Não sei até onde vai esta história. Conheci diversos cemitérios no exterior; o primeiro mundo é bem desenvolvido. Os cemitérios brasileiros têm impactos altamente negativos, por omissão das autoridades. Deveria ser feito gerenciamento semelhante ao dos cemitérios estrangeiros. Temos que preservar, respeitar os cadáveres, os mortos, porém é preciso que o cemitério seja decente, para que os vivos possam conviver decentemente com os mortos. Sem afronta e constrangimentos, lixo nos cantos dos cemitérios. Vila Formosa possuía diversos caixões de zinco espalhados pelo caminho. Omissão grande e reprovável. Não tem acontecido tanto. Ainda existem cavalos pastando nos cemitérios de Vila Formosa e Vila Nova Cachoeirinha. Pessoas dormem dentro do cemitério, são assaltadas, acontece tráfico de drogas. Precisa ser encerrado.

Visitei diversos cemitérios em vários países.

Em Portugal os cemitérios utilizam a inumação, com patamares e paredes com diques de água e não escoam. Têm problemas de saponificação por terem ambiente extremamente úmido. Adotaram instalação de drenos e uso de oxidante chamado Bioenzimex, utilizado na Espanha, mas não funcionou bem em Portugal, por causa das condições climáticas.

Outro problema: os gases extravasam. Com a substituição de caixões de chumbo por zinco, descobriu-se que o zinco é corroído pelo necrochorume, escorre para o chão, que precisa ser lavado com creolina. O grau de acidez é grande e os sepultamentos continuam assim mesmo.

A Espanha é o país que mais cuida e investe nos cemitérios. Cemitérios de Madrid são muito bonitos e bem gerenciados. Impecáveis. No Cemitério do Sul o sepultamento é por inumação no solo e estão substituindo por caixas de concreto. Muitas pessoas visitam, pois são muito limpos e seguros. Existe preocupação com a questão estética, com cemitérios que não estejam dentro de contexto harmônico com o espaço urbano. Fazem congressos permanentes – sobre todos os aspectos, inclusive impactos ambientais no meio ambiente. Cremação e seus impactos no meio ambiente é um exemplo. Têm prazer e querem conversar e passar as informações. Não têm o que esconder. Abriram locais para visitação sem medo. Administradores dos cemitérios fazem cursos de caráter jurídico, administrativo, sanitário e ambiental. O governo não interfere. Existem empresas especializadas na questão cemiterial. A população é mais civilizada. Vão para o cemitério para visitar os mortos. As entradas são bonitas, arquitetônicas. São os chamados cemitérios-museu. Existem gavetas para depósito dos caixões e as portas não têm cortina. Faz parte da tradição, mas é impacto para quem não está acostumado.

No Brasil é difícil conversar com os órgãos responsáveis pela atividade. Parece que têm medo de mostrar as informações. Falta fiscalização.

Existem problemas em columbários, do ponto de vista sanitário, pois são instalados diques com tijolos sem impermeabilização. O necrochorume é polimerizável, e pode causar entupimento nas tubulações. Gases são lançados através de drenos sem serem limpos por carvão ativado. Pode gerar impacto ambiental na atmosfera pelo gás. O odor atrai mosquitos, baratas, escorpiões, ratos. É um problema muito sério.

Saponificação e mumificação depois que ocorrem são risco de contaminação de água e solo... Não há estudos para saber se pode contaminar. Nos cemitérios brasileiros constatou-se que os fenômenos ocorrem por causa da geologia.

Legistas informam que corpos que ingeriram componentes químicos como estricnina e arsênio podem mumificar. Tratamentos intensos à base de antibióticos também podem causar mumificação. Num mesmo cemitério todos os fenômenos podem ocorrer. Como exemplo pode-se citar o de Vila Formosa e Vila Nova Cachoeirinha.

Tudo isso ocorre pela falta de projeto adequado. Com a Resolução CONAMA o cerco se fechou um pouco e parece que as coisas vão melhorar.

Cemitério no Paraná – não conheço, mas dei dicas de como fazer a drenagem do necrochorume e funciona muito bem, pois têm uma política de gestão. Todo cemitério deveria ter uma política de gestão.

Cemitério muito bonito tipo parque, não gera impactos estéticos. Primeiro cemitério no mundo certificado, funciona bem. A certificação foi dada partindo-se do princípio que está funcionando de forma plena”.

Questão 2: Existem evidências de surtos epidemiológicos nas regiões de cemitérios?

“Não conheço nenhum estudo, a não ser a dos franceses na década de 1970 sobre informações que higienistas franceses tiveram endemia, sobre preocupações com enchentes em áreas rurais e contaminação por cemitérios.

É importante realizar pesquisa de corpos saponificados. Seria bom tema para doutorado. Funcionários antigos de cemitérios têm essa noção se o local causa saponificação. Não é difícil definir uma área quadricular. Instalar poços de monitoramento com base nas condições geológicas e hidrogeológicas daquele local. Não há estudos sobre isso”.

Questão 3: Como o senhor considera que os órgãos ambientais lidam com a questão “cemitérios”?

“O CONAMA passou a responsabilidade para os órgãos ambientais. No Estado de São Paulo é a CETESB. Tem a norma para empreendimentos novos, mas para os existentes não há controle. Órgãos ambientais têm grande dose de culpa nisso, pois não agem por parecer que não querem confrontos, porque é o tipo de contaminação que a gente não vê, diferente de postos de combustíveis e indústrias que são visíveis, mas existe de qualquer forma. Ver o necrochorume em si é difícil, quase impossível. Não tem trajeto normal de infiltração no solo. Bolívar teve sorte em tirar fotos em período chuvoso, em que houve saturação do solo e o necrochorume extravasou. Tive oportunidade de assistir um programa de televisão num canal de história na Directv sobre atividades forenses. O programa mostrou a história de uma senhora que foi morta pela filha, por causa de sua aposentadoria e a colocou num depósito de lixo na rua. O corpo ficou ali por dias. As pessoas começaram a sentir mau cheiro e viram o necrochorume extravasar. Quando abriram o depósito viram o corpo e grande quantidade de necrochorume, um líquido de cor acastanhada, escura. Montam a história com atores, aproveitam imagens cedidas pela polícia, após o tempo de sigilo estipulado e é criado um documentário.

Se esse líquido infiltrar no solo, for transportado para um aquífero vulnerável e atingir um poço já estará meio diluída. Aconteceu em Paris muitos anos atrás um caso histórico de mau cheiro e sabor adocicado na água em área próxima a cemitério.

Tem que agir, tem que ir atrás desses cemitérios – a maioria dos cemitérios municipais que não estão licenciados. Tem que exigir que façam licenciamento conforme a Resolução CONAMA, publicada em 2003. Estipulou prazo de 180 dias para adaptação, mas não ocorreu. Uma entrevista na revista do CREA-RS – órgão ambiental do RS tem feito, mas ainda tem muito a fazer”.

Questão 4: Existem literaturas que enfatizam que os cemitérios municipais têm mais problemas que os cemitérios particulares. Isto é real?

“Particulares fazem projetos. Se houver lacuna ou problema com profundidade do nível d’água, fazem sepultamento em caixas de concreto, que supõe-se que o processo de vazamento de necrochorume é extremamente difícil, fica mais confinado dentro das gavetas. Nos cemitérios municipais os governantes não estão preocupados se o solo é adequado ou não é. Se o necrochorume vai extravasar ou não. Existe falta de conhecimento do administrador, tal como o Espanhol tem...

Conheço bem os cemitérios. Estou terminando de escrever um livro intitulado “Cemitério e meio ambiente – um risco potencial para as águas subterrâneas”. Está em revisão. Exigiu muita leitura e visitas a cemitérios. Existem mais publicações sobre a morte na parte social e cultural e pouco sobre meio ambiente. Tive acesso a um livro há dois anos em Paris – tem livrarias fantásticas. “Os cemitérios no mundo” relata visita a mais de 600 cemitérios no mundo, inclusive no Brasil – no Ceará. Fala sobre a origem dos cemitérios. Inclusive sobre notícia desconhecida: árvore encorpada com diâmetro grande, comum em Angola. Alguns corpos africanos de determinadas personalidades nos países do norte da África são enterrados nessas árvores que tem tronco grande e de material fibroso que se aproveita

para fazer papel. Ela encharca de água. Os corpos não se decompõem, saponificam, conservam. Corpos com determinadas doenças são sepultados aí.

Corpos por doenças contagiosas são mais perigosos e de maior risco que os outros. Cadáveres com doenças infecto-contagiosas efetivamente o atestado de óbito atesta/informa com relação a causa mortis. Não há tratamento específico para separar o sepultamento das mortes comuns. O sepultamento em caixões de zinco foi proibido. Quando isso acontece pode ocorrer uma impermeabilização. O caixão vai ficar cheio de necrochorume e extravasar pelo lado, pelos fechos do tampo, pela madeira. Se fosse liberação gota a gota poderia ocorrer concentração deste material e impermeabilizar o fundo do caixão temporariamente. É uma medida tomada sem o conhecimento do que pode ocorrer com o necrochorume. Com o extravasamento através do caixão, por infiltração das águas de chuva pode ocorrer o transporte através do solo e atingir o subsolo. Faltam estudos sobre esse assunto. Deveria estar devidamente contemplado em legislação. Temos legislação escassa. O que existe. O que é possível existir. Ilustrar que isso precisa ser feito e ter maior atenção por parte dos órgãos responsáveis. Ocorre certa omissão por parte órgãos responsáveis, principalmente nos cemitérios públicos, não há empenho dos serviços das funerárias, das prefeituras, para fazer o melhor possível. Há dificuldade para estudos, são criadas dificuldades, sabem que o problema existe, escondem as informações e não querem divulgação. É preciso divulgar e chamar a atenção para o problema. Se os cemitérios privados fazem, (não quer dizer que não haja problema) de uma forma geral fazem bem.

No livro falo um pouco sobre Stonehenges. Desde a Pré-história, História, Antigüidade, pirâmides, columbários, catacumbas – desde aquela época – Romanos tiveram problemas com contaminação do aquífero. Sobre a atualidade. Como evoluiu através dos tempos, como o homem se comportou com seus cadáveres. Monumentos megalíticos – muitas fotos. Cemitério-museu também é nomenclatura para os cemitérios tradicionais ou convencionais. Possuem muitas obras de arte e cultura. Monumentos e muitos cuidados. Os columbários surgiram no sul da Itália e espalharam-se pela Europa. Muitas monografias de conclusão de curso são desenvolvidas nesse assunto – é mais comum realizar avaliação ambiental preliminar, pois não há tempo hábil para trabalhos de campo. Um exemplo é um estudo realizado em um cemitério jesuíta, que, inicialmente, considerava como potencial contaminador e na conclusão rotulou-se como fonte suspeita de contaminação. O trabalho foi passado para a prefeitura, que nem sempre se interessa pelo assunto. Às vezes é preciso realizar pressão, via vereadores, para chegar aos prefeitos.

Um autor francês diz que os cemitérios têm dois rostos: o que nós vemos e o que não vemos (que está abaixo da sepultura (dentro) até o aquífero)...

Sugiro estudar mais sobre solo. Não existe nada efetivo. Solo na região das sepulturas até o nível d'água.

Quanto aos problemas de contaminação nas águas subterrâneas, é importante aprofundar estudos sobre vírus. Na minha opinião isto é problema. Avaliar se estão ou não em atividade. Acompanhar, pois eles aderem às bactérias.

Fauna e flora típicas pode ser outra linha de pesquisa.

Outro assunto interessante para trabalhar são as faixas de proteção sanitária dos cemitérios. Todo cemitério deve ter não só para minimizar quaisquer impactos ocorridos nos cemitérios, como para brevar a urbanização. Em Portugal têm esse problema de grande urbanização sobre os cemitérios. Um aluno tem estudado e percebeu a necessidade de alterar a legislação, que estipula 10 metros que é muito pouco. No meu livro chamo a atenção para todos esses problemas.

Os cemitérios da Espanha são muito bem organizados e têm aspecto agradável.

No Cemitério do Araçá os túmulos são praticamente subterrâneos – na parte inferior do cemitério o aspecto não é bom. O da Consolação (tipo museu) é decente por causa das personalidades da sociedade que lá estão enterradas. Há maior cuidado. Os cemitérios

centrais são mais bem cuidados. O problema está nos cemitérios suburbanos – são horríveis... Nos cemitérios da Zona Sul há muitos corpos sepultados por mortes violentas e afloramento de água nas áreas inferiores”.

Questão 5: O senhor conhece algum cemitério que já foi desativado e utilizado para outros fins?

“Conheço um pequeno cemitério japonês que foi desativado em São Sebastião-SP próximo à praia de São Francisco, um Seminário, mas os corpos permanecem lá. Pararam de enterrar. Não mexem mais e não conheço as causas, e não sei se foi por questões culturais. Não conhece mais nenhum.

É possível que Biritiba Mirim e Salesópolis desativem por causa da saturação.

Em Londres alguns antigos que foram desativados estão sendo estudados, porque o órgão de meio ambiente na Inglaterra resolveu abordar a questão como forma de trazer subsídios para uma legislação a nível europeu, dentro da União Européia.

A OMS em 1998, com base nos nossos trabalhos mencionados, do Dent, por meio de escritório em Kopenhagen na Dinamarca, realizou estudos e recomendou que fossem feitas mais pesquisas”.

ANEXO 2 – ENTREVISTA: ALFREDO CARLOS CARDOSO ROCCA

Entrevista concedida no dia 09 de fevereiro de 2007 pelo Eng. Alfredo Carlos Cardoso Rocca, da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

Questão 1: O senhor considera um cemitério como potencial poluidor? Se sim, em que situações os cemitérios podem contaminar?

“Um cemitério pode vir a ser um potencial poluidor, desde que seja implantado em área inadequada. O maior problema é fazer cemitério em áreas onde o nível da água subterrânea costuma subir, aflorar e ter contato com as sepulturas. Vários estudos já demonstraram que se o nível mais alto do freático ficar a pelo menos 1,5 metro do nível inferior das sepulturas, tudo que vier a percolar: patógenos (sejam vírus ou outros microrganismos) serão eliminados no solo. Um cemitério com sepultamento no solo, do tipo parque, não tende a causar problema. Para se ter uma idéia, um corpo sepultado vai liberar até 60 litros [de necrochorume] durante um período de 6 meses. A quantidade liberada em cada lugar no cemitério é muito pequena. Considerando essa possibilidade de percolação dificilmente representaria um impacto. Os problemas que eu sei que houveram são justamente os cemitérios que foram construídos em baixadas, onde em determinadas épocas do ano o nível da água subia e podia ser um problema, porque não tinha condições desejáveis para os microrganismos serem consumidos no subsolo. Eles não resistem. Tem várias pesquisas que mostram. Aquela história do 1,5 metro do nível mais alto do lençol é análogo. Várias pesquisas que demonstram que no tipo de solo que for, em geral, o microrganismo não passa mais. Na verdade, não nem 1,5 metro, é menos de 1 metro, 1,5 metro já uma condição segura. Isso foi pelo menos na época que discutimos a norma de cemitérios na CETESB ficou claro pela discussão do grupo”.

Questão 2: Qual a sua opinião sobre a inexistência de norma internacional sobre o assunto?

“Eu não saberia dizer por que não tem uma norma internacional sobre esse assunto. Mas eu posso dizer o fato que ocasionou a revisão da norma de cemitérios da CETESB. Teve um evento de meio ambiente na África do Sul e na época o presidente da CETESB foi para lá e acompanhou um debate sobre norma de cemitério. E o que se decidiu no debate é que internacionalmente não tem uma grande preocupação com cemitério. Essa coisa exagerada que tinha em São Paulo ela acabou sendo criada um pouco em função da orientação que as pessoas que à época estavam à frente desse assunto vinham dando. Talvez até por essa questão justamente coincidiu com essa época que alguns cemitérios aqui em São Paulo as pessoas descobriram que tinham problemas de contaminação. Todos eram cemitérios que tinham sepultamentos e praticamente o nível de água do aquífero atingia as sepulturas”.

Questão 3: Esse evento que houve na África foi por causa de algum surto epidemiológico?

“Não. Por que era um evento de meio ambiente e então foram discutidos vários assuntos e um dos assuntos que estavam sendo discutidos era a questão dos cuidados com um cemitério. O presidente voltou com essa idéia. A norma anterior tinha a idéia de colocar o cemitério como empreendimento licenciável. Hoje passou a ser. Mas por conta disso. É preciso selecionar uma área adequada, porque senão ele realmente pode se tornar um problema. Mas não que seja uma atividade a se preocupar muito desde que seja adequadamente localizada. Isso é o que eu conheci da época que discutimos na revisão da norma”.

Questão 4: Como a CETESB lida com questão “cemitério” com relação a área contaminada: monitora, realiza alguma investigação, existe registro?

“Não tem nenhum caso que eu conheço de cemitério como área contaminada. Nestes 6 anos que estou à frente da coordenação da atividade de áreas contaminadas. A não ser aqueles que se descobriu numa época que foi anterior a essa coisa de áreas contaminadas. Na época eu trabalhava com resíduos em torno de 1990. Depois não fiquei sabendo de mais nenhum caso”.

Questão 5: Qual é o critério para seleção de uma área contaminada? Quais tipos de áreas são mais investigadas?

“É importante selecionar uma área adequada, com solo adequado. Investiga-se mais áreas industriais, postos de combustível, lugar de disposição de resíduos”.

Questão 6: O senhor considera essas áreas mais relevantes do que um cemitério?

“É mais impactante, por causa dessa história: num cemitério você não deposita, não sepulta todo dia um monte de gente num monte de lugares. E por essa questão que um corpo humano libera 60 litros num período de 6 meses, não é uma coisa muito impactante. Agora, se for um projeto muito mal feito, em locais inadequados, aí sim é um problema”.

Questão 7: Por que os cemitérios nunca foram incluídos nas listas de fontes de contaminação: seria por questões culturais?

“Por questões que não é uma coisa assim tão problemática, o impacto não é tão grande”.

Questão 8: Se fosse constatada contaminação por cemitério, que tipo de técnica se utilizaria para recuperar essa área? Conhece alguma?

“Problemas com cemitérios são duas coisas: primeiro, os patógenos que originam dos sepultamentos, e depois a cadaverina e a putrescina que são duas toxinas liberadas que estão presentes nos líquidos gerados pelos corpos. Teria que ver: ou bombear e tratar a água contaminada ou algum outro tratamento para desinfetar ou até para fazer uma bioremediação, por que é matéria orgânica. A princípio é mais fácil de tratar, mas nunca ouvi falar de nenhum caso. Os casos de contaminação que houveram deram um jeito de não sepultar mais gente nas áreas críticas. Depois de um certo tempo o corpo não libera mais nada e não há mais problemas. É diferente se for fazer cemitério vertical ou túmulos com gavetas superficiais acima do nível do solo: aí é outra história. O que eu estou te falando tem a ver com sepultamento abaixo do solo. Se você tiver um cemitério comum com concentração de corpos maior no mesmo local, é outra história. Tanto que cemitérios verticais têm norma também, como ser feitos os compartimentos, como lidar com o necrochorume, precisa ser gerenciado de outra maneira. Estes podem vir a ser mais impactantes.

A maioria dos cemitérios foram construídos em locais altos. O pessoal costumava dizer que sepultamentos no alto eram melhores. Mas no fundo já tinha significado de saneamento. Lugares mais altos ficam mais longe do aquífero freático. Se é uma baixada, perto de um rio, uma várzea, mais perto do lençol freático. É uma sabedoria dos antigos. Sem estudo, só pela lógica. O mundo hoje está passando por uma transformação que é a seguinte: até certa época a experiência das pessoas valia muito. Era muito considerada. Hoje vale mais teses de mestrado e doutorado que se escreve do que a experiência que é repassada de geração para geração. Os tempos mudam e as pessoas só acreditam naquilo que está provado e escrito. O que não está escrito não vale. É a evolução”.

ANEXO 3 – ENTREVISTA: MARCELO DE SOUZA MINELLI

Entrevista concedida no dia 26 de fevereiro de 2007 pelo Eng. Marcelo de Souza Minelli.

Questão 1: O senhor considera um cemitério como potencial poluidor?

“Partindo do princípio do que é potencial poluidor, toda atividade que altera o meio é um potencial poluidor e o cemitério está incluído. A questão não é exatamente se o cemitério é um potencial poluidor, mas o quão significativo isso é e quanto as regras de engenharia e as regras sanitárias já não são suficientes para dar conta disso. Impacto gera, mas se for comparar um cemitério com um aterro, as coisas mudam de magnitude. Esse é o ponto principalmente com relação às regras estabelecidas pela Resolução CONAMA que quando foram estabelecidas inclusive para os cemitérios existentes acabaram se encerrando em si. O que quero dizer com isto: que aquelas medidas que estão previstas na Resolução existem não estão por si, mas por um objetivo, só que esse objetivo para um cemitério novo em fase de projeto é extremamente factível, porém para um cemitério já existente e consolidado, seguir por esse caminho que tenho que atender a uma normatização me esquecendo do por que ela existe, pode ser um caminho equivocado. É o que eu acho mais equivocado na interpretação, na aplicação da resolução dos cemitérios, porque aquelas regras de afastamentos, distâncias estão lá supostamente para garantirem a qualidade de solo e água subterrânea. Só que elas são pertinentes quando está em projeto, mas se elas já existem, penso assim, não tenho que me ater se elas estão sendo atendidas ou não. Tenho que me ater de fato a situação de qualidade do local onde se instala o cemitério hoje. Portanto, meu foco não tinha que ser medidas previstas na norma, mas sim por que elas foram previstas”.

Questão 2: Em que situação o senhor considera que os cemitérios podem contaminar solo e água?

“Você que está estudando isso pode saber com muito mais propriedade, mas tivemos oportunidade de conversar com a Associação Brasileira de Cemitérios, logo que a norma foi editada, foi um grupo da CETESB para discutir como se faria essa aplicação, principalmente no que se refere aos cemitérios existentes. E uma coisa que disseram lá, não sei se é verdade ou não, que eu lembro bem é que a característica de viscosidade do necrochorume não é um poluente de grande mobilidade pelo que foi dito tempos atrás. Não sei se isto é verdade ou não, mas me lembro que foi dito. Em função da viscosidade dele, não sei em circunstâncias onde você tivesse dentro de um lençol freático, praticamente com sepultamento dentro do lençol, você teria certamente contaminação. Em decorrência desta baixa mobilidade, não sei se é real a possibilidade disso contaminar o solo, mas as águas era muito pequena. E isso é uma coisa que as vezes eu penso e a gente até já conversou sobre isto. É uma atividade que existe desde que o mundo é mundo. Se ela tivesse um potencial tão grande, ou se tivesse um risco tão grande, acho que certamente deveria ter mais casos de contaminação, mais casos de poluição associados a essa atividade do que qualquer outra. Não sei se o que falta é conhecimento dessa causa e efeito, ou tem notícia de

poucos casos de contaminação associados a cemitérios, levando-se em consideração que se tem pelo menos um por município, pensando no Estado de São Paulo, grosso modo, uma atividade (sepultamento) executada desde que o mundo é mundo, há centenas de anos, a notícia sobre a contaminação associada a ela é bem menor do que a associada a várias outras atividades”.

Questão 3: Qual a sua opinião sobre a inexistência de norma internacional sobre o assunto?

“Fazemos normatização para buscar um senso comum. Como não é uma atividade que se tem alternativas, por estar tão associada à história da humanidade, pelo menos da nossa ocidental, o sepultamento está tão associado a uma atividade normal. Fala-se em morte é uma consequência da vida e o sepultamento é também uma consequência da morte. Tão natural, por isso que talvez não haja uma normatização internacional”.

Questão 4: Como a CETESB lida com a questão “cemitério” e como trata o licenciamento?

“Tem uma diferenciação bem grande entre os novos empreendimentos e os empreendimentos existentes. Para os novos empreendimentos, até porque passamos a licenciar os cemitérios só com a alteração do (decreto) 8468 em 2002, antes não era uma atividade que pertencia ao rol das atividades licenciáveis, passamos a fazer licenciamento de 2002 para cá; e para elas existem alguns casos onde é feito até consulta da necessidade ou não de EIA/RIMA/RAP. Acho que essa preocupação é pertinente não pela atividade em si, mas sim pela sensibilidade do meio onde se pretende instalar essa atividade. Não porque é um cemitério. Quero dizer que isso é pertinente não porque é um cemitério, mas em função da sensibilidade do meio onde se quer implantar uma atividade que altera as características do meio. Fora esses casos de sensibilidade do meio, tem-se buscado no processo de licenciamento fazer com que a resolução seja cumprida, ou seja, que as medidas de engenharia ou medidas sanitárias sejam atendidas na fase de projeto. Já para os cemitérios existentes, a CETESB, até o momento, não estabeleceu uma ação sistematizada de como proceder com os cemitérios já existentes. Ela tem discutido isso na Diretoria de Controle e feito algumas consultas até onde eu sei ao Departamento Jurídico, para ver como será essa conduta. A minha opinião... é que para os empreendimentos existentes o foco não tem que ser na Resolução se está a 5 metros a 2 metros, até porque existem questões culturais. Também nessa reunião que tivemos com a Associação Brasileira de Cemitérios, alguma coisa assim, lembro que eles representam os cemitérios privados do Brasil, não eram todos os cemitérios – Associação Brasileira dos Cemitérios Privados, acho que é isto. Não sabia que um sepultamento judeu primeiro que é só pano e direto no solo, e uma vez sepultado nunca mais se tira aquele corpo. Como se vai atender uma norma de localização que se coloca uma regra sanitária, de engenharia versus uma regra de cultura, um hábito cultural. Acho que o foco para os cemitérios existentes não é se ele está atendendo 5 metros de distância, 1,5 metros, 2 metros, mas sim, e já que é uma atividade consolidada, focaria fazer uma avaliação das consequências da atividade exatamente como ela está sendo executada. Só para aí definir quais seriam de fato as medidas de engenharia necessárias”.

Questão 4: O senhor acredita que fazendo monitoramento do local com análises de água, de solo resolveria o problema?

“E ainda por uma questão de custo, porque todo custo que um órgão ambiental tenha, seja estadual ou municipal, não podemos esquecer que é um custo pago pela sociedade. Sem perder isso de vista, se ele é cuidadoso. Temos 645 municípios, grosso modo, devemos ter 650 cemitérios existentes e consolidados, no mínimo, antes dessa Resolução. Todos têm o mesmo foco? Todos têm a mesma necessidade de fazer essa avaliação? Se levarmos que em conta que a questão não é o empreendimento em si, mas a fragilidade do local onde ele está instalado, eu começaria fazendo isso pelos locais que são mais susceptíveis a riscos. Alguma coisa como começar a fazer nas áreas de recarga de aquíferos, nas áreas de proteção de mananciais, ou seja, não querer usar o mesmo remédio para o Estado inteiro, mas focar as minhas ações. Tem algum sentido? Vou usar um exemplo que eu conheço que é região onde eu moro: o Cemitério da Vila Formosa, onde é um cemitério maior da América Latina, enorme, certamente não deve atender (tô chutando), hoje com a Resolução deveria ser um cemitério diferente. Provavelmente não devem atender todas aquelas condicionantes. Mas é um lugar onde eu tenho abastecimento público de água, onde eu tenho rede pública coletora de esgoto, onde eu tenho uma infra-estrutura de saneamento consolidada, mesmo sendo o maior cemitério da América Latina, será que eu preciso começar focando um trabalho de investigação numa região como essa ou talvez num cemitério que pode ser 1/10 ou 1/20 do Cemitério da Vila Formosa, mas que esteja numa área de proteção de mananciais, onde a população faz uso da água do lençol? Se o meu objetivo é proteção, é saúde, não tem dúvida que devo optar pelo segundo. Sempre levando em consideração que não dá para fazer tudo, ao mesmo tempo, agora. Então, deveria ter uma linha de conduta e levar em consideração o custo para a sociedade desse tipo de estudo. Iria por esse caminho, para não ter que conflitar com questões culturais. Um outro exemplo, se eu chego lá e está a 4,98 metros e é 5 metros que a Resolução estabelece de afastamento de perímetro. Se está a 4,95 e não está a 5 metros isso quer dizer que está fora da Resolução por que não está atendendo isso, a gente vai deslocar? Focaria nas conseqüências da atividade como ela está sendo executada e ainda começaria priorizando aquelas áreas mais frágeis, que ficariam mais susceptíveis a uma contaminação, independente da atividade ser um cemitério ou um aterro ou um lixão. Focaria a fragilidade do meio e vendo logo, já que é uma atividade consolidada, as conseqüências da permanência da atividade durante determinado tempo, para daí sim definir quais são as medidas de engenharia que forem necessárias, medidas de controle, de mitigação que forem necessárias. Quero acreditar para alguns casos, a gente vai chegar à conclusão que mesmo sendo atendidos todos os parâmetros cumpridos na Resolução CONAMA, ainda assim o impacto no meio não deve ser significativo”.

Questão 5: Por que a CETESB não envia esforços na pesquisa acurada da poluição por cemitérios?

“Nessa mesma linha sem falar em tamanho, se pensarmos que todo município vai ter sistema de tratamento de esgoto, todo município vai ter um aterro sanitário e vai ter um cemitério. Se eu tenho que focar, quem fala que tudo é prioridade, na verdade, não tem prioridade nenhuma, partimos desse pressuposto. Se a gente pudesse atacar todos os problemas ao mesmo tempo, todos os problemas já estariam resolvidos há anos. A gente não pode perder de vista que todo esse custo é pago pela sociedade. Acho que talvez ele nunca

tenha sido esse foco porque tinha outros problemas evidentemente mais graves para serem gerenciados do que a atividade de cemitérios, como problemas de aterros, de estações de tratamento de fornecimento de água, a própria atividade industrial. A gente vai se refinando com o tempo. Lembro quando fazíamos vistoria de campo. Chegávamos numa empresa e se quiséssemos resolver todos os problemas identificados, desde a emissão que tava na cara de todo mundo, uma chaminé causando inclusive visualmente causando impacto e querer tratar no mesmo nível de esforço isso com um problema de ruído de um esmerilzinho que tá lá no meio da fábrica, você ia acabar não resolvendo nem uma coisa nem outra. Só que quando você resolve aquele problema. O que não era tão importante, passa a ser mais importante. E assim vai refinando e melhorando com o tempo. É a tal da melhoria contínua porque é evidente que não se pode nascer perfeito e não pode parar. Vai atacando as coisas conforme as prioridades. Talvez por isso, cemitério só em 2002 passou a ser considerado pela CETESB uma fonte de poluição em decorrência que no resto do país não era considerado, mesmo estando em outras legislações. E tem mais uma questão adicional. Não sou um conhecedor, mas se não estou enganado o Código da Vigilância Sanitária, uma das atividades que já era de certa forma regradada, tá certo que o foco era a saúde dos trabalhadores e dos diretamente expostos à atividade aqueles que freqüentam o cemitério, já tinha um regramento sanitário no Código Sanitário. Talvez seja mais um fator que isso tenha ficado para um segundo, terceiro, quarto, quinto ou sexto plano. Parte-se do pressuposto que se a saúde do que tá diretamente exposto está assegurada, a tendência de que pro meio externo esteja mais assegurada ainda é muito grande. Se as normas de saúde do trabalho forem seguidas à risca, principalmente quando não está falando num caso como esse que não é uma fonte de poluição por emissão, mas uma fonte de poluição por contato direto. Diferente. Não estou falando de emissão atmosférica, você resolve o ambiente do trabalho, tirando o trabalhador de lá. Cemitério é o tipo da coisa não dá para tirar do ambiente de trabalho. Ou tá lá ou não está, talvez por isso tenha ficado relegado. E é um caso que eu acho que se elas sendo seguidas de forma adequada, talvez tenham servido até então para mitigar essas questões de contaminação. Como eu te disse da outra vez que a gente conversou, não sou um profundo conhecedor de cemitério, da atividade, tampouco da regulamentação, mas é baseado nessa informação que é uma atividade executada há anos, uma atividade sempre executada dessa forma, já tinha uma regulamentação, e que o reflexo como fonte de contaminação é pouco divulgado, pode ser uma consequência que é muito pouco conhecido ou porque de fato não é uma fonte de significativa preocupação. Não que jamais tenha que ser pensado, porque partindo daquele princípio lá do começo da nossa conversa, qualquer atividade alteradora do meio, portanto mereceria algum tipo de estudo ambiental. A gente não pode perder de vista nossa situação atual e essa coisa de a gente conseguir as coisas por etapas”.

GLOSSÁRIO

Água subterrânea – designação para as reservas de água disponíveis no subsolo, que para ocorrerem dependem de variáveis fatores climáticos e geológicos (REBOUÇAS⁵⁹ et al., 2002).

Áreas de proteção de mananciais – aquelas necessárias à produção de água para determinado recurso hídrico (rio, lago ou reservatório e seus afluentes primários e secundários) e correspondem, geralmente, à área de entorno da bacia hidrográfica respectiva (MARTINS⁴⁰, 2007).

Áreas de proteção permanente – áreas de vegetação com funções específicas de proteção dos recursos hídricos, da biodiversidade e do solo. Geralmente apresentam-se ao longo dos cursos de água (rios, córregos, lagos, lagoas, reservatórios, nascentes), ou no topo de morros, montes, montanhas e serras, encostas, dunas, à margem de manguezais, bordas de tabuleiros ou chapadas (BRASIL¹³, 1965).

Autodepuração do solo – capacidade de retenção e degradação de poluentes no subsolo por processos biológicos, físicos e químicos.

Caixão – caixa em formato adequado para conter pessoa falecida ou partes de cadáveres. Urna funerária, ataúde (FERREIRA³¹, 1988; MMA⁴⁸, 2005).

Cemitério – recinto onde se enterram e guardam os mortos, necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, última morada (FERREIRA³¹, 1988).

Cemitério horizontal – aquele localizado em área descoberta e compreende os cemitérios tradicionais e os cemitérios-parques (MMA⁴⁸, 2005).

Cemitério-parque – cemitério predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, com sepulturas identificadas por uma lápide, ao nível do chão (MMA⁴⁸, 2005).

Contaminação – caso particular de poluição que se refere ao prejuízo específico da qualidade da água para consumo humano, que envolva questões de saúde pública.

Exumar – ato de retirar restos mortais da sepultura, desenterrar (FERREIRA³¹, 1988).

Fenômeno transformativo – transformação dos cadáveres e dissolução gradual dos tecidos do corpo por ação de bactérias e enzimas decompositoras de matéria orgânica.

Lençol freático – corrente líquida subterrânea que se forma em profundidade relativamente pequena sobre uma camada de terreno impermeável (FERREIRA³¹, 1988).

Licenciamento ambiental – procedimento pelo qual o órgão ambiental competente permite a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, e que possam ser consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental (CETESB²³, 2007).

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 (PACHECO⁵³, 2000).

Morte – ato de morrer, perder a vida, falecer (FERREIRA³¹, 1988).

Poços de monitoramento – poços executados de acordo com critérios definidos em normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas ou de outras

organizações e que são utilizados para amostragem de águas subterrâneas que serão submetidas a análises laboratoriais.

Poluição – presença, lançamento ou liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em legislação, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem estar público, danosos aos materiais, à fauna e à flora, prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CETESB²¹, 1976).

Potabilidade – condição da água adequada para consumo humano.

Produto da coliquação ou necrochorume – líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos ou partes (MMA⁴⁸, 2005).

Putrefação – decomposição de matéria orgânica pela ação de enzimas microbianas (FERREIRA³¹, 1988).

Risco – perigo ou possibilidade de perigo que ameaça de dano a pessoa ou coisa (FERREIRA³¹, 1988).

Saúde pública – ciência e arte de prevenir doenças e incapacidades, prolongar a vida e desenvolver a saúde física e mental, mediante esforços organizados da comunidade para o saneamento, o meio ambiente, o controle de infecções, a educação dos indivíduos nos princípios da higiene pessoal e a organização de serviços de saúde para o diagnóstico preventivo e o tratamento precoce de doenças e o aperfeiçoamento da máquina social para que assegure a cada indivíduo, dentro da comunidade, um padrão de vida adequado à manutenção da saúde (WINSLOW citado por CECCIM¹⁶, sd).

Sepultar ou inumar – ato de colocar pessoa falecida, membros amputados e restos mortais em covas ou gavetas (PACHECO⁵³, 2000; MMA⁴⁸, 2005).

Sepultura – espaço destinado a sepultamento de cadáveres. Campa, carneiro, gaveta, catacumba, cova, jazigo, túmulo (FERREIRA³¹, 1988; MMA⁴⁸, 2005).

Solo – porção mais externa da crosta terrestre composta de matéria mineral sólida associada ou não a matéria orgânica, que interage com a água, o ar e os organismos vivos (MIOTTO⁴⁷, 1990).