

ESTUDOS AMBIENTAIS PARA CEMITÉRIOS: INDICADORES, ÁREAS DE INFLUÊNCIA E IMPACTOS AMBIENTAIS

Environmental studies for cemeteries: indicators, influence areas and environmental impacts

Isabel Teresinha Leli¹
Fabiana Cristina Meira Zaparoli¹
Vanessa Cristina dos Santos¹
Meyre Oliveira¹
Fábio Augusto Gomes Viera Reis²

¹Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

Avenida 24 A, 1515, Jardim Bela Vista, 13506-900, Rio Claro - SP
isa-leli@hotmail.com, fabianacz@yahoo.com.br, vcsgeo@yahoo.com.br, meyre.oliveira@uol.com.br

²Professor Assistente Doutor - Universidade Estadual Paulista
“Julio de Mesquita Filho”

Avenida 24 A, 1515, Jardim Bela Vista, 13506-900, Rio Claro - SP
fabioreis@rc.unesp.br

RESUMO

Desde o século XVII os cemitérios têm causado preocupações em nível mundial no que se refere a contaminação do solo e do lençol freático pela circulação da água pluvial. No Brasil não existe uma legislação específica para a implantação de cemitérios. Os projetos de tais empreendimentos seguem as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA n° 335/2003 e 338/2006, que normatizam os procedimentos para implantação e operação de cemitérios no país, com intuito de reduzir os riscos de problemas e contaminação do ambiente. No entanto, para que um empreendimento com esse potencial de contaminação não cause problemas físicos e sociais ao ambiente, é imprescindível que a equipe responsável pelo projeto execução e monitoramento conheça e respeite essas leis, como também, conheça os passivos, causas e os efeitos que o contaminante pode causar. Com base nas normas do CONAMA e a partir de uma revisão bibliográfica sobre os contaminantes e outros problemas relacionados a cemitérios, este trabalho aponta os indicadores e os procedimentos que colaboram na elaboração de EIA/RIMA para esse tipo de empreendimento. As etapas salientadas nesse trabalho discutem a definição de áreas de influência para cemitérios, métodos de avaliação de impactos e principais indicadores ambientais para cemitérios.

Palavras-chave: Cemitérios. Contaminação. Água subterrânea. Necrochorume. Solos.

ABSTRACT

Since the seventeenth century, cemeteries have caused worldwide concerns regarding soil and groundwater contamination by rain water circulation. In Brazil, there is no specific legislation for cemetery establishment. Projects of such ventures are controlled by CONAMA Resolutions nos. 335/2003 and 338/2006, which regulate the procedures for implementation and operation of cemeteries in the country, in order to reduce the risk of problems and environmental contamination. However, for a project with a contamination potential not to cause physical and social problems to the environment, it is essential that the team responsible for project implementation and monitoring not only be aware of and observe these laws, but also meet the liabilities, causes and effects of the contaminant. Based on the standards of CONAMA and a literature review on contaminants and other cemetery-related problems, this study highlights the indicators and procedures to support the preparation of the EIA/RIMA (Environmental Impact Study/Environmental Impact Report) for this type of enterprise. The steps highlighted in this paper concern the definition of influence areas, methods of assessing environmental impacts and key indicators for cemeteries.

Keywords: Cemeteries. Contamination. Groundwater. Necrochorume. Soil.

1 INTRODUÇÃO

A palavra cemitério é de origem grega “KOUMETERIAN” e significa onde eu durmo, mas com o advento do Cristianismo, o termo assumiu o sentido de local destinado ao repouso final pós-morte, com significado apenas para lugares onde acontece o enterramento dos cadáveres (cadáver – carne dada aos vermes).

Os cemitérios podem ser grande fonte de problemas sociais caso não estejam devidamente instalados e gerenciados. Assim, este ambiente deve ser devidamente projetado considerando, principalmente, a sua localização física, incluindo o tipo de solo, profundidade do lençol freático, inclinação do terreno e outros. Além dos fatores físicos, o meio social deve receber a mesma importância.

No final do século XVII a Europa tomou medidas sanitárias e iniciou os sepultamentos em áreas abertas, nos chamados campos-santos ou cemitérios secularizados. A mudança afetou principalmente as pessoas de influência política e religiosa que tentaram preservar a tradição de sepultamentos no interior das igrejas. Até então, o espaço, a céu aberto, determinado cemitério, era reservado para os “não católicos” (protestantes, judeus, muçulmanos, escravos e condenados). No entanto, foi instaurada a lei que obrigava a todos serem sepultados em campos ensolarados. A grande concentração de corpos nas naves e criptas das igrejas desencadeou um alto índice de doenças transmitidas através de miasmas cadavéricos, (LANGALDE 1990).

A urbanização acelerada e o crescimento das cidades também foram fatores importantes para a criação dos cemitérios coletivos a céu aberto, visto que o crescimento populacional desenfreado não permitia mais o sepultamento em capelas e igrejas, que já não comportavam o aumento da demanda.

O cemitério é um empreendimento indispensável a toda sociedade, mas por ser um ambiente de alto risco de poluição e grande impacto psicológico, sempre foi motivo de preocupação, e até mesmo de polêmica.

Historicamente, a instalação de um cemitério sempre foi tema polêmico. Mesmo nos dias atuais, quando se propõe a instalação de um cemitério, a comunidade toda se preocupa e realiza manifestos, tanto favoráveis, como desfavoráveis, geralmente, resultando em grande alvoroço nas cidades.

A proposta e o projeto deste tipo de empreendimento envolvem geralmente tanto questões de preocupação com a contaminação do ambiente, como de crenças ou religiosas. No entanto, apesar da inconveniência que a existência de um cemitério traz ao convívio social, existe a necessidade psicológica de manter uma relação material entre as pessoas vivas e os entes que se foram. Dessa forma, reconhece-se a necessidade da existência dos cemitérios. Neste sentido, o município que detém o poder de gerenciar os equipamentos públicos, tanto municipais como particulares, entra como administrador do bem estar da comunidade atendendo às necessidades da população, no que se refere às atividades de sepultamentos, oferecendo conforto psicológico à população.

Os projetos para implantação de cemitérios seguem as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 335/2003 e 338/2006, que normatiza os procedimentos para implantação e operação de cemitérios no país, com intuito de reduzir os riscos de problemas e contaminação do ambiente. No entanto, para que um empreendimento com esse potencial de contaminação não cause problemas ao ambiente físico e o social, é imprescindível que a equipe responsável pelo projeto, execução e monitoramento desse empreendimento, conheça e respeite essas leis, como também, conheça os passivos, as causas e os efeitos que o contaminante do empreendimento pode causar.

Um exemplo de problemas de contaminação causado por extravasamento de necrochorume (resíduo líquido da putrefação do corpo) foi estudado por Matos (2001) no cemitério de Vila Nova na cidade de Cachoeirinha - São Paulo, onde foi constatado que as águas do lençol freático estavam contaminadas por vírus e bactérias altamente

prejudiciais à saúde humana. Neste estudo o autor mostra alguns problemas decorrentes da má administração do cemitério e outros decorrentes da contaminação que podem servir de indicadores.

A contaminação por necrochorume pode causar sérios problemas sanitários e ambientais. Sendo assim, até mesmo os cemitérios que foram implantados com todas as medidas de proteção ambiental, não podem ser considerados como locais perfeitamente individualizados do meio ambiente. Em todos os casos, deve ser considerada a possibilidade de efluentes líquidos serem lançados para fora do cemitério, havendo a necessidade do monitoramento constante destas obras.

Nesse contexto, vários aspectos devem ser considerados para se projetar e implantar um cemitério. A má conservação, ou mesmo, a localização indevida dos túmulos, podem acarretar extravasamento do produto da coliquação e constituir-se em focos de contaminação das águas subterrâneas. Outro fator preponderante é a presença de árvores de grande porte no interior dos cemitérios. Neste caso, o que poderia servir como benefício de conforto visual e térmico pode gerar grandes problemas de contaminação da água subterrânea e solos por causa das raízes que são responsáveis pela destruição dos túmulos. Quando a parede tumular está rompida, conseqüentemente, é facilmente inundada pelas águas das chuvas, e posteriormente estas águas pluviais, já contaminadas, infiltram-se no solo podendo atingir o lençol freático.

Alguns casos históricos de contaminação das águas subterrâneas foram registrados por Bower (1978 apud PACHECO, 1986), onde o líquido humuroso (oriundo de cadáveres), estava presente na água que se destinava ao consumo humano. Esse autor destaca ainda a incidência de febre tifóide entre as pessoas que viviam nas proximidades da cidade de Berlim, no período de 1863 a 1867 e o ocorrido na cidade de Paris, onde as águas subterrâneas mal cheirosas e de sabor adocicado, em especial nas épocas quentes, foram captadas em poços situados nas proximidades de um cemitério. Outro exemplo está em Matos (2001), que encontrou o

escoamento de um líquido escuro e viscoso (necrochorume) na parte baixa de um cemitério na grande São Paulo.

Desta forma é relevante a preocupação com a água subterrânea, já que sua contaminação por esse tipo de empreendimento é um problema de saúde pública. Outro ponto que os empreendedores e equipe projetista devem levar em consideração é que o comprometimento da água subterrânea é de difícil reversão, além de extremamente onerosa.

Este trabalho foi elaborado por meio de levantamento bibliográfico e documental, considerando projetos ambientais para licenciamento de cemitérios. O objetivo principal é apresentar uma proposta para definição de áreas de influência, metodologias de avaliação de impactos e indicadores ambientais para elaboração de Estudos de Licenciamento Ambiental de cemitérios.

2 DEFINIÇÃO DE ÁREA DE INFLUÊNCIA PARA CEMITÉRIOS

A delimitação de áreas de influência em estudos de licenciamento ambiental é considerada uma etapa complexa, já que para este tipo de empreendimento, existe não somente a dificuldade de estabelecerem-se os limites para os possíveis impactos ambientais, mas também os fenômenos ambientais, bem como as pressões sociais (SANTOS, 2004). De acordo com a Resolução do CONAMA 01/86 a área de influência consiste no espaço geográfico onde incidirão impactos diretos e indiretos.

Conforme o artigo 5º e inciso III da Resolução CONAMA 01/86, a definição da área de influência deve considerar a bacia hidrográfica na qual se localiza o empreendimento. Segundo Santos (2004), o reconhecimento e caracterização de áreas de influência para a seleção de um licenciamento ambiental ficam mais fáceis se utilizar da bacia hidrográfica como critério de delimitação, já que, todo tipo de empreendimento envolve uma drenagem natural.

Nas referências técnicas de licenciamentos ambiental de cemitérios consultadas, a Área Diretamente Afetada (ADA), dos Meios Naturais e Antrópico, é definida como a própria área do empreendimento e de seus componentes. Já, a Área de influência direta (AID) é a soma da ADA a uma faixa de terreno de 200m que circunda toda a ADA. A Área de Influência Indireta (AII) é delimitada pela bacia hidrográfica em que o empreendimento está localizado. Quando se refere à delimitação de áreas para o meio antrópico, a AID é delimitada pelo bairro, ou bairros, que utilizarão o cemitério, e a AII é delimitada pelo município deste empreendimento.

Nos estudos de licenciamento ambiental a Área Diretamente Afetada (ADA), ou seja, o local de intervenção direta pela implantação e funcionamento do cemitério, é entendida como sendo uma área pré-existente de recursos naturais ou antrópicos que sofrerá o impacto direto. No caso da Área de Influência Direta (AID), corresponde à área em que os impactos poderão incidir diretamente. Na delimitação da AID do Meio Físico torna-se indispensável uma avaliação das características hidrogeológicas locais (nível do lençol freático, condutividade hidráulica, direção do fluxo subterrâneo, identificação das áreas de recarga, entre outras) visto que, a contaminação do lençol freático pelo produto da coliquação é o maior impacto causado aos Meios Físico e Antrópico. Para cemitérios em funcionamento devem-se considerar também a qualidade físico-química e microbiológica do lençol freático. De acordo com Pacheco (1986) a instalação de muitos cemitérios não leva em consideração os aspectos geológicos e hidrogeológicos, o que faz que tais empreendimentos constituam unidades de alto potencial na contaminação do lençol freático.

As Resoluções CONAMA 335/03 e a 402/08 salientam que não é permitida a implantação de cemitérios em terrenos sujeitos à inundação permanente ou sazonal nem em locais em que a permeabilidade dos solos e produtos de alteração possa estar modificada e/ou agravada por controles lito-estruturais,

como por exemplo: falhamentos, faixas de cataclasmamento e zonas com evidências de dissolução (relevo cárstico). Esta resolução também dispõe que em Áreas de Influência Direta dos reservatórios destinados ao abastecimento público (Área de Proteção de Manancial – APM), bem como nas Áreas de Preservação Permanente (APP) também não é permitido a instalação de cemitérios.

Os cemitérios já existentes devem se adaptar às mencionadas resoluções. Caso seja constatado passivo ambiental nos cemitérios em funcionamento, os estudos técnicos deverão conter ações que minimizem os impactos gerados. Tais estudos podem acarretar medidas como a interdição das áreas críticas do ponto de vista ambiental, implantação de redes de drenagem de águas superficiais, calagem no solo, se for o caso (dependendo dos estudos). Podem ser também solicitadas a recuperação dos túmulos como, por exemplo, impermeabilização do túmulo ou outra técnica aprovada pelo órgão ambiental, como medidas que evitem a saída de necrochorume da câmara tumular.

Sendo assim, antes da definição da AID deverão ser implantados sistemas de poços de monitoramento do lençol freático, instalados em conformidade com a norma vigente da ABNT NBR 15495-1 e 15495-2. O monitoramento deve conter pontos estrategicamente localizados a montante e a jusante da área em que será implantado o cemitério, com relação ao sentido de escoamento freático. Os dados coletados nos poços de monitoramento servirão para realização de uma modelagem computacional que representará o comportamento real de um aquífero quando sujeito a perturbações, neste caso, a contaminação por necrochorume.

O controle da qualidade da água subterrânea deverá estar de acordo com os padrões da Portaria nº 1469/00 do Ministério da Saúde.

Na delimitação da AID do meio antrópico é necessário avaliar a extensão das mudanças que poderão ocorrer na economia local (bairro em que será implantando o cemitério ou bairros próximos). As principais vias de acessos deverão ser incluídas na AID,

já que a circulação de automóveis e pedestres aumentará durante e após a implantação do cemitério.

A Área de Influência Indireta compreende os locais passíveis de serem influenciados, positiva ou negativamente pelo empreendimento ou mesmo de influenciarem o empreendimento de forma positiva ou negativa. A AII do meio natural deverá compreender toda bacia hidrográfica em que se encontra o cemitério, e a AII do meio antrópico deverá contemplar a região que se utilizará do empreendimento.

3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

Para analisar os impactos ambientais na instalação e exercício dos cemitérios podem ser adotados vários métodos investigativos, que estão descritos a seguir. No entanto, é necessária que seja, primeiramente, reunida uma equipe multidisciplinar para elaborar as etapas da investigação, bem como, as etapas sequenciais (Tabelas 1 e 2).

- **Escolha de áreas para implantação** - Para essa etapa a melhor sugestão é o uso dos métodos *ad hoc* (do Latim “para isso”, “para esse caso”) bem como a sobreposição de cartas (compartimentação; multicriterial). Os métodos *ad hoc* são elaborados para um projeto específico, identificando normalmente os impactos por meio de longa reflexão, caracterizando-os e sintetizando-os em seguida por meio de tabelas ou matrizes. Neste método de avaliação de impacto ambiental são feitas reuniões de técnicos e cientistas cujas especialidades são escolhidas de acordo com as características da proposta a ser analisada. Este método é adequado, principalmente, para casos com escassez de dados preexistentes, aonde vem fornecer orientação para outras avaliações (*brainstorming*). A vantagem do uso desse método é a possibilidade de estimativas mais rápidas da evolução dos impactos.

- **Definição das áreas de influência** - Nesta fase do levantamento é recomendável o uso da sobreposição de cartas (compartimentação multicriterial).

- **Levantamento de dados em campo** - É necessária a listagem de controle (*checklist*) para identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental feita por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Esse método é vantajoso por causa do emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, mas, é adequado somente para avaliações preliminares, podendo incorporar escalas de valores e ponderações de forma limitada.

- **Definição e significância dos impactos** - É importante o uso do método *ad hoc*, matrizes, rede de interação, simulação, custo-benefício. Esta técnica assinala as possíveis interações entre as ações e os fatores, para, em seguida, estabelecer, numa escala que varia de 1 a 10, a magnitude e importância de cada impacto, identificando-o como positivo ou negativo. A vantagem do método é a alocação na matriz por meio (biótico, antrópico e físico), e cada um contém subsistemas distintos no eixo vertical, sobre o qual os impactos são avaliados pela multidisciplinaridade, mas, por outro lado, existe certa dificuldade em estabelecer a magnitude e importância do impacto.

- **Proposição de Programas Ambientais** - Nesta fase é utilizado o método *ad hoc*, onde se estabelece relações entre ações praticadas pelo empreendimento e os consequentes impactos de primeira e demais ordens. A vantagem é a boa visualização de impactos secundários e demais ordens, sobretudo, quando computadorizados existe a possibilidade de introduzir parâmetros probabilísticos e mostrar as tendências.

4 PRINCIPAIS INDICADORES AMBIENTAIS PARA CEMITÉRIOS

Indicador de impacto ambiental diz respeito aos elementos ou parâmetros que fornecem a medida da magnitude de um impacto ambiental. Os indicadores ambientais devem ser de fácil interpretação, capazes de demonstrar tendências, relevantes em termos de questões e de valores ambientais, facilitar o

Tabela 1: Implementação de métodos investigativos

ETAPA DE ELABORAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS PARA CEMITÉRIOS	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS
Escolha de áreas para implantação de Cemitérios	Ad Hoc; sobreposição de cartas (compartimentação multicriterial)
Definição das Áreas de Influência do Cemitério	Sobreposição de cartas (compartimentação multicriterial)
Levantamento de dados em campo	Listagem de Controle (Checklist)
Definição e Significância dos Impactos	Ad Hoc, Matrizes, rede de interação, Simulação, custo-benefício
Proposição de Programas Ambientais	Ad hoc

entendimento dos Sistemas de Gestão Ambiental implementados, ter uma base científica, considerar as dificuldades de monitoramento (tempo, tecnologia, custos) e, proporcionar bases sólidas para comparação e tomadas de decisão (FIRJAN, 2006).

O conjunto dos indicadores ambientais pode fornecer uma síntese das condições ambientais, das pressões sobre o meio e das respostas encontradas pela sociedade para mitigá-las. Dividem-se em quantitativos (representado em escala numérica) ou qualitativos (classificado em categorias ou níveis), podendo ser biológicos, físicos e químicos.

Uma das maiores preocupações em relação aos cemitérios é quanto à contaminação dos recursos hídricos, sejam água superficial ou subterrânea. Sabendo-se da importância da água para a sociedade humana, como recurso hídrico, os aquíferos têm despertado alto grau de interesse ambiental para sua preservação, Surge dessa forma a necessidade de monitoramento da água subterrânea, sendo que, até pouco tempo, a preocupação era apenas com a água superficial.

Visando atender essa preocupação e se adequar aos critérios estipulados na resolução CONAMA 335/03, para a implantação de cemitérios, alguns indicadores relacionados ao meio físico, biótico e socioeconômico são de grande relevância (Tabela 3).

Quanto ao meio físico enumeram-se os que dizem respeito à:

- Dinâmica da água superficial: pode provocar erosões e aporte de sedimentos dentro e fora dos limites do empreendimento. O escoamento superficial da água pode provocar perturbações inconvenientes como a destruição de sepulturas e o transporte de contaminantes em pontos onde a inclinação do terreno é maior. Assim um indicador a ser

considerado para o monitoramento é a quantidade de processos erosivos nos limites do cemitério e a presença de áreas sem cobertura vegetal;

- Características da água subterrânea: esse é o aspecto mais importante a ser considerado num cemitério, uma vez que a contaminação do lençol freático é o problema mais latente neste caso. Os indicadores utilizados no monitoramento dizem respeito às alterações físico-químicas decorrentes da decomposição dos corpos. Para que parâmetros sejam estipulados é necessária a realização de análises da água antes dos primeiros sepultamentos, para que sirvam de indicadores caso haja alguma alteração durante o exercício no cemitério. Os parâmetros a serem analisados são cor, turbidez, pH, temperatura, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cálcio, oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes e totais. Estes parâmetros seguem os métodos descritos pela *American Public Health Association* (NEIRA et al., 2008).

- Características do ar: os indicadores utilizados para o monitoramento da qualidade do ar são a emissão de gases como gás sulfídrico, metano, amônia, hidrogênio, CO₂ e odor.

- Características da fauna: este item diz respeito à presença de animais vetores, como ratos e insetos como mosquitos. O indicador nesse caso seria a quantidade desses vetores dentro dos limites do empreendimento.

- Infra-estrutura urbana: o indicador utilizado para monitoramento neste caso seria a quantidade de veículos em circulação, eficiência do transporte coletivo, quantidade de estabelecimentos comerciais, eficácia de serviços públicos. O sistema viário deve suprir a demanda de veículos que circularão após a instalação do

empreendimento. A instalação de novos estabelecimentos comerciais será necessária e os serviços públicos deverão se adequar a essa nova demanda.

• Evolução dos valores dos imóveis: esse indicador poderá ser utilizado para quantificar a valorização ou desvalorização dos diversos tipos de imóveis.

Tabela 2: Tabela de desempenho para os métodos de avaliação de impactos

FASE DE INVESTIGAÇÃO	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	TOMADA DE DECISÃO
Avaliação preliminar Fase I	Busca na área fonte (cemitério) para averiguação de possíveis problemas; Análise das condições gerais no interior do cemitério, (integridade tumular, perda de solo por enxurradas, manchas escurecidas no solo, distribuição tumular e distância entre limite dos túmulos e parede do cemitério); Espécies arbóreas (raízes pivotantes ou radiais); Análise dos arredores do cemitério, (integridade superficial do solo: erosão, manchas, odor), e informações dos moradores próximos (cheiro, outros problemas).	Definição da presença de passivos ou evidências de fontes de contaminação
Investigação confirmatória Fase II	Análise de água em pontos estratégicos e próximo ao cemitério - jusante e montante da área; Análise de solo, do interior, arredores e jusante;	Definição da existência de concentrações de compostos químicos acima do normal (definir se a área está contaminada)
Investigação detalhada	O necrochorume é composto de substâncias como, Carbono, Nitrogênio, Cálcio, Fósforo, Enxofre, Potássio, Sódio, Cloreto, Magnésio, Ferro e Água, portanto, se a amostra de água contiver excesso de salinidade (atentar para tipo de rocha, solo), certamente tem algum problema com contaminantes do cemitério. As águas dos corpos d'água com pouca oxigenação também são indícios de presença de bactérias. Portanto, é importante solicitar cultura das águas para bactérias aeróbicas, anaeróbicas e vírus. Os gases liberados pela decomposição do corpo, em alguns casos, também são tóxicos, por exemplo: H ₂ S - Gás Sulfídrico, é extremamente tóxico e inflamável e causa danos à saúde, sendo até fatal. CH ₄ -Metano, a reação do metano é a combustão. NH ₃ - Amônia, tóxico e dissolve facilmente em água. CO ₂ - Dióxido de carbono, gás inodoro, incolor, sufocante. H ₂ - Hidrogênio, incolor, inodoro, sem sabor e não tóxico.	Estabelecer o tamanho da pluma de contaminação existente na área e sua área de influência
Avaliação de Risco	O necrochorume é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, dentre as quais, duas diaminas muito tóxicas que é constituída pela putrescina (1,4 Butanodiamina) e a Cadaverina (1,5 Pentanodiamina). Silva (1998) registrou radioatividade num raio de duzentos metros das sepulturas de cadáveres que em vida foram submetidos a radioterapia ou que receberam marca-passos cardiológicos que funcionam à base de fontes radioativas. O autor sugere que cadáveres que passaram por tais tratamentos, deveriam ser cremados e suas cinzas dispostas como lixo atômico porque materiais radioativos são móveis na presença de água. Matos (2001) constatou o transporte de microrganismos no lençol freático - bactérias heterotróficas (tétano), proteolíticas (ação na coagulação sanguínea) e clostrídios sulfito-redutores (intoxicação digestiva), enterovírus (sistema nervoso central, musculatura, pâncreas, etc.) e adenovírus (vias aéreas superiores, bronquite, faringite, febre, etc.).	Estabelecer os níveis de riscos da contaminação para população do entorno. Estabelecer os níveis das concentrações máximas aceitáveis para cada contaminante
Projeto de remediação	Interdição das áreas críticas do ponto de vista ambiental, implantação de redes de drenagem de águas superficiais, calagem no solo, se for o caso (dependendo dos estudos), recuperação dos túmulos, medidas que evitem a saída de necrochorume dos túmulos (impermeabilização ou outra técnica aprovada pelo órgão ambiental). Análise das áreas de entorno a jusante do cemitério, não permitindo o uso de poços artesianos ou tipo cacimba. Monitoramento contínuo mensal dos solos e da água subterrânea.	Estabelecer o tipo de remediação mais adequada para o tipo e nível de contaminação existente na área
Remediação	Silva (2000) orienta a utilização de peróxido de cálcio (CaC ₂) oxidante, (baixo custo e de fácil aplicação). 1. Diretamente no interior dos caixões, no forro ou no travesseiro de cabeça do cadáver, dispostos em saquinhos de pano ralo permeável ou de papel poroso; 2. Externamente, ao redor dos caixões, nas covas de inumação ou nos carneiros dos túmulos; Outro oxidante enérgico é o ácido peracético (CH ₃ CO ₃ H), que tem ação fungicida-bactericida e viricida.	Acompanhar a evolução do processo de descontaminação da área para que os compostos fiquem abaixo da concentração máxima aceitável
Monitoramento	Os poços deverão ser amostrados, de acordo com a norma da ABNT NBR 15495-1 e 15495-2 e as amostras de água analisadas para os seguintes parâmetros: sólidos totais dissolvidos, dureza total, pH, cloretos, chumbo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, coliformes fecais, bactérias heterotróficas e mesófilas, salmonella sp., cálcio e magnésio. A amostragem é trimestral para cemitérios implantados até 1 ano, semestral (1 a 5 anos), e anual (acima de 5 anos).	Acompanhamento da Evolução da área após sua descontaminação

Tabela 3: Indicadores ambientais para cemitérios

Dimensão	Aspecto	Impacto	Indicador
Física	Dinâmica da água superficial	Transporte de sedimentos provenientes da construção de sepulturas e de erosão do solo exposto	Quantidade de processos erosivos e sedimentos depositados a jusante
	Características da água subterrânea	Contaminação das águas subterrâneas	cor, turbidez, pH, temperatura, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cálcio, coliformes termotolerantes e totais
	Características do ar	Mudanças nas características do ar por emissão de gases provenientes da decomposição dos cadáveres	Emissão de gases como CO ₂ , Gás sulfídrico, Metano, amônia, hidrogênio, odor
Biótica	Características da fauna	Presença de vetores como ratos, formigas e mosquitos	Quantidade de vetores
Socio-econômica	Infra-estrutura urbana	Alteração de tráfego, demanda de serviços e comércio, qualidade de serviços públicos	Quantidade de veículos em circulação, eficiência do transporte coletivo, quantidade de estabelecimentos comerciais, eficácia de serviços públicos
		Valorização ou desvalorização imobiliária	Evolução dos valores dos imóveis do entorno
	Qualidade de vida	Incomodo da população vizinha	Porcentagem de satisfação da população com o empreendimento

- Qualidade de vida: o indicador utilizado aqui diz respeito à porcentagem de satisfação da população vizinha em relação à implantação do empreendimento.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstra que o bom funcionamento de um cemitério, ou seja, bem projetado e sem riscos de contaminação ambiental e prejuízos à saúde da população, depende de uma equipe de profissionais multidisciplinar capazes de analisar todas as expectativas, positivas e negativas, do empreendimento. Para tanto, esta equipe deve levar em conta todo o contexto que envolve a implantação deste empreendimento, partindo da escolha do terreno, projeto de engenharia, administração e monitoramento, assim, o projeto como um todo estará com uma base mais segura para evitar problemas de contaminação.

A delimitação da Área de Influência do Meio Físico é fundamental avaliação previa das características hidrogeológicas locais, visto que a contaminação do lençol freático

por necrochorume é o impacto mais significativo deste tipo de empreendimento. Para a delimitação da Área de Influência do Meio Antrópico é preciso analisar a potencialidade espacial para vias de circulação, considerando ainda que, haverá mudanças econômicas e do tráfego local durante e após implantação do cemitério.

A contaminação da água e solo nas proximidades do cemitério se deve à falta de manejo adequado do empreendimento, uma vez que se fazem necessários o monitoramento e serviços de manutenção constantes.

Alguns problemas de saúde da população residente nas proximidades dos cemitérios é um indicador de contaminação das águas ou solo por produtos residuais da decomposição dos corpos. Neste caso, deve ser feita investigações laboratoriais, principalmente das águas, e acionar a vigilância sanitária.

É importante ressaltar que os indicadores ambientais servem como apontamentos para algum problema. Portanto, mesmo que se considerem as dificuldades de monitoramento (tempo, tecnologia, custos), quando existe algum indicador ambiental, este deve ser investigado cientificamente e delatado com base em resultados de análises

laboratoriais. Procedendo assim, a equipe investigadora se detém com parâmetros de comparação sem correr riscos de perder a objetividade com interpretações dúbias, e pode tomar decisões mais seguras em menos tempo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. R.; ESPÍNDULA, J. C.; VASCONCELOS, U.; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. *Águas Subterrâneas*, São Paulo, n. 20, p.19-26, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495**: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados. Parte 1: Projeto e construção. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15495**: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados. Parte 2: Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 2007.
- BOWER, H. **Groundwater hydrology**. New York: McGraw Hill Book, 1978.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 1469, de 29 de dezembro de 2000**. Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº.518, de 25 de março de 2004**. Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. Resolução CONAMA, nº396, de 03 de Abril de 2008. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2008.
- CASTRO, D. L. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério bom jardim, fortaleza – CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, Ceará, n. 26, p. 251-271, 2008.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº. 001, de 23 de janeiro de 1986**. Brasília, DF, 1986.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº. 335, de 3 de abril de 2003**. Brasília, DF, 2003.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA nº. 402, de 17 de novembro de 2008**. Brasília, DF, 2008.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). 2008. **Manual de indicadores ambientais**. Rio de Janeiro: DIM/GTM, 2008.
- LANGALDE, V. de. **Ésoterisme, Médiuns, Spirités du Père Lachaise**. Paris: Vermet, 1990.
- MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Tese (Doutorado)-Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- NEIRA D. F.; TERRA, V. T.; PRATE-SANTOS R.; BARBIÉRI, R. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line**, [S.l.], n. 6, p. 36-41, 2008. <<http://www.naturezaonline.com.br>>.
- PACHECO, A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. **Revista do Sistema de Planejamento e da Administração Metropolitana**, [S.l.], n. 17, p. 25-37, 1986.
- SANCHES, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, L. M. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HIDROLOGIA SUBTERRÂNEA, 4., 1998, Montevideo. **Anais ...** Montevideo: Alhsud, 1998. p. 667-681.

Data de submissão: 14.03.2012

Data de aceite: 18.04.2012