

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR NECROCHORUME DE CEMITÉRIOS: UM OLHAR PARA OS POSSÍVEIS RISCOS À SAÚDE PÚBLICA

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE CEMETERY NECROCHORUME: A LOOK FOR POSSIBLE RISKS PUBLIC HEALTH

Joaklebio Alves da Silva¹

Maria Juliana Dantas de Paula Marques²

Resumo: A questão ambiental envolvendo cemitérios é uma temática recente e pouco debatida na atual sociedade, porém, está sendo pesquisada e apresentada em trabalhos científicos que visam identificar fontes de contaminação causadas pelos mesmos. A decomposição da matéria orgânica gera um líquido viscoso, de cor acinzentada-acastanhada e com odor acre e fétido, o necrochorume. Este líquido pode gerar contaminação das águas, do solo e do ar, caracterizando um problema em várias cidades. Sendo assim, a presente pesquisa objetivou, por meio de uma revisão bibliográfica, caracterizar os impactos ambientais causados por necrochorume de cemitérios, bem como avaliar as inter-relações com os possíveis riscos a saúde pública. Analisando as referências é notável que, somente a partir da homologação da Resolução CONAMA nº 335/2003 essa questão começou a receber a atenção necessária. Existem vários tipos de cemitérios, porém os mais comuns e debatidos neste contexto são os tradicionais, ou parques jardins, onde o cadáver fica em contato direto com o solo, e os verticais, estes com melhor eficiência em termos ambientais e de saúde da população do entorno. O processo de decomposição dos corpos em necrópoles deve ser atenciosamente analisado por órgãos públicos responsáveis pelos cemitérios, destacando as alterações físicas, químicas e biológicas que o mesmo pode causar quando implantado de forma incorreta tornando o ambiente pronto para disseminar doenças infectocontagiosas afetando a saúde pública. A construção de cemitérios exige maior atenção dos órgãos governamentais nas esferas municipal, estadual e federal na tentativa de minimizar os problemas ambientais e não afetar negativamente a qualidade de vida das populações urbanas e rurais.

Palavras-chave: Necrochorume. Meio ambiente. Saúde humana.

Abstract: The environmental issue involving cemeteries is a recent theme and little debated in the current society, however, is being researched and presented in scientific works that aim to identify sources of contamination caused by them. The decomposition of the organic matter generates a viscous liquid, grayish-brownish in color and with an acrid and foul odor, necrochorume. This liquid can generate contamination of the water, the soil and the air, characterizing a problem in several cities. Therefore, the present research aimed to characterize the environmental impacts caused by necrochorume of cemeteries, as well as to

¹ Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e Pós-Graduado, em nível de Especialização, em Educação Ambiental com Ênfase em Saúde Pública, pela Autarquia Municipal do Ensino Superior de Goiana; Faculdade de Ciências e Tecnologia Professor Dirson Maciel de Barros- AMESG/FADIMAB. joaklebio.silva@gmail.com.

² Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas; Mestre em Ciências Biológicas e Doutora em Inovação Terapêutica pela Universidade Federal de Pernambuco- UFPE. julianaddp@gmail.com.

evaluate the interrelationships with the possible risks to public health, through a bibliographical review. Analyzing the references it is remarkable that, only after the approval of CONAMA Resolution 335/2003, this issue began to receive the necessary attention. There are several types of cemeteries, but the most common and debated in this context are the traditional, or parks, gardens where the corpse is in direct contact with the ground, and the vertical ones, the ones with better environmental and health Environment. The process of decomposition of the bodies into necropolis should be carefully analyzed by public bodies responsible for the cemeteries, highlighting the physical, chemical and biological changes that it can cause when improperly implanted making the environment ready to spread infectious diseases affecting public health. The construction of cemeteries requires greater attention from government agencies at the municipal, state and federal levels in an attempt to minimize environmental problems and not negatively affect the quality of life of urban and rural populations.

Keywords: Necrochorume. Environment. Human health.

1 INTRODUÇÃO

Óbitos e sepultamentos são fatos marcantes do dia a dia dos seres vivos, inclusive dos seres humanos. Posteriormente ao óbito, o corpo humano passa por um processo de decomposição de seus tecidos, onde reúnem artrópodes e microrganismos patogênicos que atuarão no processo denominado putrefação, conhecido como decomposição da matéria orgânica, em especial de proteínas, com produções de substâncias de odor desagradável, resultando na transformação dos tecidos em gases, líquidos e sais (PALMA & SILVEIRA, 2011).

Com a decomposição dos corpos há a geração dos chamados efluentes cadavéricos, gasosos e líquidos. Os gases resultantes desse processo são predominantemente constituídos por metano, amônia, ácido sulfídrico, gás carbônico e água, respectivamente. Os efluentes líquidos, que surgem depois dos efluentes gasosos, são chamados de necrochorume, que são líquidos mais viscosos que a água, de cor acinzentada e acastanhada, constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, dentre as quais, duas diaminas muito tóxicas que são constituídas pela putrescina (1,4 Butanodiamina) e a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), sendo elas potentes para os quais não se dispõem de antídotos eficientes (ROMARO *apud* BUZZATTE, 2009).

O necrochorume é o principal responsável pela poluição ambiental causada pelos cemitérios. Ele pode conter diferentes tipos de bactérias e muitos tipos de vírus causadores de doenças que podem ser veiculadas hidricamente (KEMERICH *et al*; 2012). De acordo com as pesquisas de Bauab e Leme (2013), muitos organismos patogênicos se concentram no solo e utilizam a água como forma de disseminação. Entre as bactérias e vírus patogênicos mais importantes transportados estão: *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudotuberculosis sp*, *Leptospira sp.*, *Francisella tularensis*, *Enteotoxigenica coli*, *Hepatitis virus*, *Pólio virus*, *Adenovírus sp* e o *Rotavírus sp*.

Os cemitérios não são conhecidos como fontes de contaminação ambiental, tampouco são objetos de estudos desse tipo, apesar da existência de alguns relatos históricos (PACHECO, 2000) sobre contaminação das águas subterrâneas e poços de abastecimento público próximos a cemitérios. Essas informações precisam ser conhecidas e pesquisadas em todos os seus aspectos, principalmente quando o cadáver humano possa ser causa de alterações ambientais comprometendo a saúde de seres vivos.

Os órgãos responsáveis por fiscalizar e multar os cemitérios públicos e privados no Brasil passaram a notar as questões ambientais referentes às possíveis contaminações que causam ao meio ambiente. Neste contexto, foram criadas legislações específicas com base na área ambiental, algumas de abrangência nacional, estadual e municipal, onde todos os cemitérios deverão adequar-se às novas exigências da Resolução nº 335 de 03 de Abril de 2003, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Em relação à sua construção, principalmente em áreas urbanas, se faz necessário saber e conhecer os impactos ambientais ocasionados pelos mesmos, e quais os danos que causam à saúde pública.

A questão ambiental envolvendo cemitérios e sepultamentos é um tema recente e pouco debatido na sociedade atual, por isso, vale ressaltar a escolha pela pesquisa considerando a temática abordada. A mesma objetivou, por meio de uma revisão bibliográfica, a caracterização dos impactos ambientais causados por necrochorume de cemitérios, bem como avaliar as inter-relações com os possíveis riscos à saúde pública. Constitui-se de uma revisão bibliográfica, na qual realizaram-se consultas a livros, periódicos, monografias, dissertações, teses e artigos científicos. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando à temática: impactos ambientais em cemitérios e necrochorume de cemitérios e sua relação com os possíveis riscos à saúde pública; considerando bibliografias em português, inglês e espanhol.

2 TIPOS DE CEMITÉRIOS: BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS AO MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA

A palavra cemitério tem origem do grego Koumeterian e do latim *Coemeterium* e significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram ou se guardam os mortos e tem como sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e a última moradia (CAMPOS, 2007).

No Brasil, na maioria das vezes, os cemitérios eram implantados em locais de baixo custo, ou seja, terrenos que não tinha muito valor econômico e estavam caracterizados como locais que possuem suas estruturas geológicas, hidrogeológicas e geotécnicas inadequadas. Os cemitérios implantados em um local impróprio, sem atender às normas sanitárias, provavelmente propiciam a ocorrência de impactos ambientais, sendo eles, físicos, químicos e biológicos em todo terreno no qual foi construído (PACHECO 2006).

Campos (2007) descreve os tipos de cemitérios existentes no Brasil e no mundo, que apresentam vantagens e desvantagens quanto aos impactos ambientais:

2.1 Cemitérios verticais

Os cemitérios verticais (Fig. 1) são implantados verticalmente, e durante o crescimento urbano houve uma preocupação diante dos locais em que seriam construídos os cemitérios, bem como os problemas ambientais que poderiam causar. Nos cemitérios verticais, os corpos são sepultados em gavetas, um ao lado do outro, formando andares e os visitantes percorrem o cemitério através de escadas e elevadores. Possuem um sistema de inativação dos gases do necrochorume e de vedação para que esses não cheguem aos locais onde se encontram os visitantes e os funcionários.

Para os cemitérios verticais, a legislação atenta quanto à constituição dos lóculos: materiais que impeçam a passagem gasosa para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores; materiais com características

construtivas que impeçam o vazamento do necrochorume; dispositivo que permita a troca gasosa proporcionando condições adequadas para a decomposição dos corpos; tratamento ambientalmente adequado dos efluentes gasosos (ANJOS, 2013).



Figura 1- Cemitério vertical São Miguel e Almas em Porto Alegre – RS. Fonte: http://interfacepinduca.files.wordpress.com/2013/06/dsc_1898.jpg.

O benefício dos cemitérios verticais está atrelado à questão do seu espaço físico, que provavelmente é menor, pois, devido a seu formato vertical, há a ausência da poluição de águas subterrâneas pelo necrochorume, possuindo baixa exigência quanto ao tipo de solo e facilitando os sepultamentos e as visitas, inclusive em dias chuvosos. Seus malefícios são a liberação de gases sem tratamento e a necessidade de maiores cuidados em sua construção para que não haja o vazamento do necrochorume e a eventual emissão de odores.

De acordo com a Tabela1, podemos identificar os impactos ambientais do meio físico, biológico e socioeconômico na fase de operação de um cemitério vertical.

Tabela 1- Identificação dos impactos ambientais dos meios físico, biológico e socioeconômico na fase de implantação de um cemitério vertical.

MEIO IMPACTADO	IMPACTO IDENTIFICADO	DESCRIÇÃO DO IMPACTO
MEIO FÍSICO	Aumento do índice de ruídos	Ocasionado pela movimentação de máquinas e equipamentos no local da obra.
	Erosão superficial	Dependerá das características topográficas da área de implantação;
	Poluição por efluentes líquidos	Serão aquelas provenientes dos trabalhadores da obra. São armazenados em banheiros “químicos”. E recebe destinação conforme empresa contratada.
	Poluição por resíduos sólidos	Os resíduos gerados são classificados em Classe II- Não perigosos, Classe II A- não inertes e Classe II B- inertes. Serão gerados resíduos da construção civil;
	Alteração do uso do solo	A implantação alterará o uso do solo local. A análise deste impacto dependerá do uso do solo anterior a implantação do empreendimento.
MEIO BIOLÓGICO	Mudança de Paisagem (ambiente)	A obra de implantação ocasionará alterações da paisagem visual da área.
MEIO SÓCIO ECONÔMICO	Alteração da taxa de emprego	Ocasionará em função da contratação de recursos humanos para elaboração de projetos, assim como para implantação da obra. Este impacto de natureza positiva.
	Potencialidade de acidentes	Potencial de ocorrência de acidentes com a população local e temporária (obras).

Fonte: Adaptado, IAP- Matriz de Impactos Ambientais (2016).

2.2 Cemitérios tradicionais

Segundo Campos (2007), os cemitérios tradicionais (Fig. 2) são necrópoles compostas por alamedas pavimentadas, que contém túmulos semienterrados, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, monumentos funerários revestidos de mármore e granitos, com pouca ou nenhuma arborização.



Figura 2- Cemitério de Sosas, Campinas-SP. Exemplo de um cemitério tradicional.
Fonte: Serviços Técnicos Gerais (SETEC).

Os cemitérios tradicionais apresentam um benefício, pois o corpo sepultado diretamente no solo terá uma decomposição facilitada devido ao contato direto com o solo, local onde estarão presentes os decompositores. Os malefícios são as possíveis contaminações de águas subterrâneas, a ocupação de grande área territorial onde pode acarretar um custo mais alto e a necessidade de um solo adequado, ao contrário, ocasionará uma possível proliferação de artrópodes como os mosquitos, vetores de doenças como a dengue e febre amarela; e escorpiões, encontrados em locais escuros, úmidos e abrigados (PALMA & SILVEIRA, 2011).

2.3 Cemitérios Parque ou Jardim

Os cemitérios parques ou jardins (Fig. 3) são compostos por gavetas construídas no solo cobertas por gramas e árvores. As sepulturas são identificadas através de uma lápide implantada ao nível do solo. Os sepultamentos são feitos por tumulação mas não apresentam estruturas de túmulos.

Os cemitérios parque ou jardim trazem alguns benefícios, entre eles se destacam as sepulturas igualitárias para todos, sem separação por classe social, na maioria das vezes com um belo gramado e árvores próximas. O malefício desses tipos de cemitérios é a falta de tratamento do necrochorume, uma vez que os corpos são enterrados sem que haja uma preocupação com uma interdição para os líquidos e gases que são gerados, o que causa a contaminação do solo e das águas subterrâneas, expondo o ser humano a possíveis riscos de saúde.



Figura 3- Cemitério Parque Jardim Metropolitano; Olinda-PE. Exemplo de um cemitério parque ou jardim. Fonte: <http://www.guiamais.com.br/olinda-pe/cemiterios-e-crematorios/cemiterios>.

2.4 Crematórios

Os crematórios são compostos por fornos com filtros para retenção de material particulado, que cremam corpos em compartimentos isolados (Fig. 4). A instalação de crematórios apresenta alguns benefícios, como a não inferência do necrochorume nas águas subterrâneas, com a alta temperatura de até 1000°C, os microrganismos, que possivelmente seriam prejudiciais para a saúde são destruídos. Já os malefícios desenvolvidos pelos crematórios são a produção de resíduos originados da combustão dos corpos e também por aceitação quando levado em questões religiosas, sociais e culturais da população (KEMERICH, 2014).



Figura 4- Cremação. Fonte: Allen Family Funeral Options (2015).

3 NECROCHORUME E SEUS INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO

Ao findar a vida, encerram-se as trocas nutritivas das células e o meio acidifica-se, iniciando o fenômeno denominado de autólise (PALMA & SILVEIRA, 2011). A autólise é denominada como o processo pelo qual uma célula se autodestrói espontaneamente. Neste fenômeno, a célula se destrói por liberação de enzimas no citoplasma. Ela resulta da ruptura dos lisossomos no interior da célula, liberando suas enzimas digestivas, o que leva a destruição da célula por dissolução (PALMA & SILVEIRA, 2011). Após o corpo enterrado,

iniciam-se os processos putrefativos de ordem físico-química, em que atuam os microrganismos decompositores como fungos e bactérias (BUZZATTE, 2009).

Com a decomposição dos corpos há a geração dos chamados efluentes cadavéricos, gasosos e líquidos. A putrescina e a cadaverina são denominadas aminas biogênicas que são compostos básicos nitrogenados formados normalmente pela substituição de um, dois ou três átomos de hidrogênio de amônia por grupos alquila e/ou arila (BACIGALUPO, 2012). A contaminação da água ou de alimentos por essas aminas biogênicas é capaz de induzir uma intoxicação química. A putrescina e a cadaverina são aminas classificadas como psicoativas, pois atuam nos transmissores nervosos do sistema nervoso central; atua na diminuição da pressão arterial e da frequência cardíaca; com isso, apresenta graves riscos a saúde pública (CARDOSO, 2013).

Pesquisas científicas apontam que a toxidade química do necrochorume diluído nas águas subterrâneas relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e aminas. O necrochorume no meio natural decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo. Em determinadas condições geológicas, o necrochorume atinge o lençol freático praticamente completo, com suas cargas químicas e microbiológicas, desencadeando a sua contaminação e poluição. Os vetores assim introduzidos no âmbito do lençol freático, graças ao seu escoamento, podem ser disseminados nos entornos imediatos dos cemitérios, podendo atingir grandes distâncias, caso as condições hidrogeológicas assim o permitam (PALMA & SILVEIRA, 2011).

A composição do necrochorume do corpo de um homem adulto de 70 kg é apresentada na tabela 2, o da mulher, encontra-se dentro de 1/4 e 2/3 do corpo do homem (MACÊDO, 2003).

O corpo de um adulto, que pesa em média 70 kg, quando em estado de decomposição, produz cerca de 30 litros de necrochorume, sendo que esse líquido é composto por 60% de água, 30% de sais minerais, e 10% de substâncias orgânicas altamente tóxicas como a putrescina ($C_4H_{12}N_2$) e a cadaverina ($C_5H_{14}N_2$) (SILVA, 2010).

Tabela 2- Composição aproximada do necrochorume de um corpo de homem adulto pesando 70 kg.

SUBSTÂNCIAS	QUANTIDADE
Carbono	16.000g
Nitrogênio	1.800g
Cálcio	1.100g
Fósforo	500g
Enxofre	140g
Potássio	140g
Sódio	100g
Cloreto	95g
Magnésio	19g
Ferro	4,2g
Água	70-74%

Fonte: ALMEIDA (2004).

4 FORMAS DE CONTAMINAÇÃO E SEUS POSSÍVEIS RISCOS À SAÚDE PÚBLICA

Bolivar (2001) ressalta que os cemitérios podem ser fontes geradoras de impacto no meio ambiente. A localização e a operação inadequada de necrópoles em meios urbanos podem provocar a contaminação de mananciais hídricos por microrganismos que proliferam no processo de decomposição dos corpos. Um exemplo de problemas de contaminação causado por extravasamento de necrochorume foi estudado por Matos (2001) no cemitério de Vila Nova na cidade de Cachoeirinha - São Paulo, sendo diagnosticado que as águas do lençol freático estavam contaminadas por bactérias e vírus altamente prejudiciais à saúde humana. Neste estudo o autor mostra alguns problemas originários da má administração do cemitério e outros decorrentes da contaminação. Seus resultados apontaram que as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas no cemitério são as sepulturas com “menos de um ano localizadas nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático. Nestes locais, é maior a ocorrência de bactérias em geral. Há um grande consumo do oxigênio existente nas águas” (MATOS, 2001, p. 101).

4.1 Contaminação do ar

Durante a decomposição do corpo são liberados alguns gases e em alguns casos, também são tóxicos, por exemplo: Sulfeto de hidrogênio (H_2S) – é extremamente tóxico e inflamável, causa danos à saúde, sendo até fatal; Metano (CH_4) – tendo a combustão como reação; Amoníaco (NH_3) - tóxico e muito solúvel em água; Dióxido de carbono (CO_2) - gás inodoro, incolor, asfixiante; Hidrogênio (H_2) - incolor, inodoro, sem sabor e não tóxico. Além desses elementos característicos, outras substâncias são emitidas, como óxidos metálicos (titânio, cromo, cádmio, chumbo, ferro, manganês, mercúrio e níquel entre outros), lixiviados dos adereços das urnas mortuárias (incluindo formaldeído) e metanol utilizados na prática do embalsamento (KEMERICH *et al*; 2013).

Esses gases estando presentes no ar podem elevar o índice de doenças respiratórias, como a asma; irritação nos olhos e de doenças cardiovasculares provenientes da eliminação desses gases para a atmosfera (CARNEIRO, 2014).

Por conta dos problemas causados à atmosfera, alguns cemitérios possuem sistemas de captação dos gases gerados durante a decomposição, denominado de Processo de Decomposição Assistido por Calor e Pressão Negativa (PDACPN), esta é uma alternativa inovadora em não liberar o necrochorume, pois é imediatamente vaporizado, transformando-se em gases que são tratados no Inativador de Gases, que libera na atmosfera gases considerados respiráveis, sem praticamente qualquer dano a natureza, aprovado pela CETESB e a Resolução do CONAMA nº 335/2003 (KEMERICH *et al* 2014).

4.2 Contaminação do solo

Ao longo dos últimos séculos, a ausência de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo, fez com que a área de muitos cemitérios fosse contaminada por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, e por microrganismos patogênicos. Essa

contaminação ocorre quando os cemitérios são implantados em locais que apresentam condições ambientais desfavoráveis (SILVA & MALAGUTTI, 2010).

Em solos que apresentam alta umidade existe um processo chamado de saponificação. Neste processo, ocorre a quebra das gorduras corporais e a liberação de ácidos graxos existentes. Esse composto liberado exibe alta acidez, o que inibe a ação de bactérias putrefativas, retardando assim, a decomposição do cadáver e tornando o mecanismo tanto mais duradouro quanto mais contaminante (KEMERICH *et al*; 2012).

Neste sentido, destacam-se algumas características do solo enfatizado por Alcântara (2010):

Nos solos arenosos, os teores de areia são superiores a 70% e o de argila inferior a 15%. São solos que possuem boa aeração, permeáveis de baixa capacidade de retenção de água e baixos teores de matéria orgânica, dificultando o desenvolvimento de plantas e microrganismos. A reduzida capacidade de retenção de água nesses solos permite o arejamento das sepulturas (prolongando o processo de putrefação) e em períodos chuvosos ocorre à saturação dos solos o que propicia a saponificação dos corpos (ALCÂNTARA, 2010, p. 3781).

Segundo Bortolassi (2012), para melhor entendimento deste processo de contaminação, o solo pode ser dividido em duas zonas: a zona não saturada e a zona saturada. A zona não saturada é composta por partículas sólidas e de espaços vazios que ocupa-se por proporções de ar e água; já a zona saturada é aquela que a água ocupa todos os espaços. Neste sentido, é necessário que essas características do solo sejam conhecidas para a devida construção dos cemitérios. Pacheco e Mendes (1986) descrevem que o tipo de solo é um fator muito importante e deve ser considerado nos projetos de implantação dos cemitérios, pois, os processos transformativos estão evidentemente relacionados com o local onde o corpo se encontra, seja ele, terra, água e ar.

Na zona não saturada, o tipo de material geológico são fatores determinantes para a filtragem do necrochorume nos terrenos que são destinados à implantação dos cemitérios. “A proporção de argila no solo deve ficar entre 20% e 40%, para favorecer os processos de decomposição, que dependem da presença do ar, e as condições de drenagem do produto de coliquação” (BORTOLASSI, 2012, p. 25-26).

Na fig. 5, podemos perceber a vulnerabilidade em relação à contaminação do solo com a posição das covas dentro de cemitérios, trata-se de uma situação que precisa ser considerada devido à contaminação do solo, até mesmo, do lençol freático.



Figura 5- Vulnerabilidade das áreas dos cemitérios e a contaminação ambiental. Fonte: BORTOLASSI (2012).

Nesta perspectiva, Bortolassi (2012 p. 26) ressalta que “quando o solo apresenta média permeabilidade e alta capacidade de adsorção e retenção do material argiloso, o necrochorume move-se lentamente e as substâncias do contaminante são interceptadas na zona não saturada”. Já quando o solo tem uma elevada permeabilidade, a situação é de alto risco de contaminação pelo necrochorume, pois os contaminantes chegam facilmente ao solo, podendo chegar até ao lençol freático.

4.3 Contaminação das águas subterrâneas

Hoje, um dos temas mais estudados pelas instituições públicas e federais é a deterioração de corpos d’água, tendo como causa maior o crescimento desenfreado da população bem como o uso indevido da água. O uso intenso dos recursos hídricos já limitados nas atividades de produção e consumo estão degradando-os (KEMERICH *et al*; 2012).

A infiltração das águas da chuva nos túmulos promove o transporte de muitos compostos químicos (orgânicos e inorgânicos) para o solo, que, dependendo das características geológicas do terreno, podem alcançar o

aqüífero, contaminando-o. Para a minimização desse risco, o monitoramento da qualidade da água nessas áreas é indispensável (KEMERICH & BORBA, 2013).

Com a contaminação do lençol freático na área interna do cemitério, não somente esta área estará poluída, mas, também áreas arredores, aumentando, assim, o risco de ocorrências de doenças de veiculação hídrica para população que por ventura venha utilizar esta água. Na fig. 6, podemos observar um esquema da contaminação de corpos d'água pelo nechochorume em cemitérios.

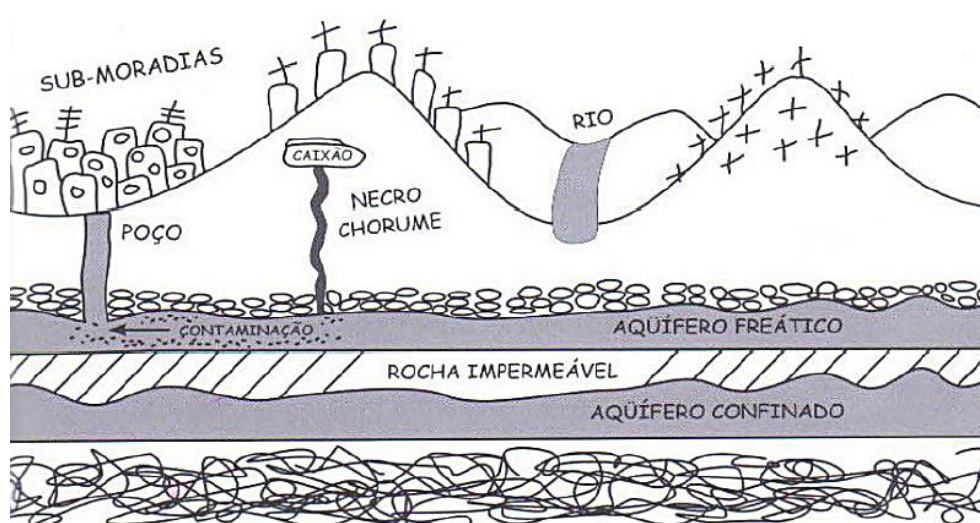


Figura 6- Esquema da contaminação dos aquíferos freáticos pelo necrochorume de cemitérios. Fonte: ANDRADE *et al.* (2007).

A transformação do corpo humano e a sua decomposição, ocorridas em lugares onde não há estudos hidrogeológicos e infraestrutura adequados, podem vir a causar significativos impactos físicos sobre o ambiente, sobretudo a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microrganismos que se proliferam ao se decomporem os corpos (BACIGALUPO, 2012).

A inábil gestão de resíduos, como as vestes usadas nos corpos, ou o restos de caixão, é outra ameaça produzida por cemitérios. Geralmente, esses resíduos são depositados nas proximidades das áreas de sepultamento e, em contato com a água da chuva, podem fazer com que diversas substâncias indesejáveis se infiltrem no solo e, também, atinjam as fontes hídricas (KEMERICH *et al.*; 2013).

Ainda referente à pesquisa realizada por Matos (2001), vale ressaltar as devidas recomendações descritas após os resultados do autor. De acordo com o mesmo:

Os cemitérios são fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas, pelo simples fato de serem laboratórios de decomposição de matéria orgânica, durante a qual está presente uma infinidade de microrganismos. Como forma de controlar os riscos que aquele tipo de construção apresenta, sugerem-se as seguintes recomendações-

- A) A elaboração de projetos para implementação de cemitérios deve cumprir exigências de prefeituras e órgãos ambientais visando à proteção e preservação do solo e das águas subterrâneas;
- B) Deve ser elaborada uma legislação nacional regulamentando a implantação e operação de cemitérios, em termos ambientais e sanitários;
- C) Os cemitérios também devem constar da lista de fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas;
- D) Mais estudos sobre a contaminação das águas subterrâneas por cemitérios, em especial, a carga potencial, a composição química e bacteriológica do necrochorume, e o impacto gerado por corpos saponificados;
- E) Mais estudos devem ser feitos sobre o transporte de microrganismos, em particular, de vírus, porque desconhecemos o comportamento destes em ambiente cemiterial (MATOS, 2001 p. 103).

5 A RESOLUÇÃO DO CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 335/2003

A questão em torno das possíveis contaminações que as necrópoles causam ao meio ambiente forçou os órgãos responsáveis a fiscalizar e multar os cemitérios públicos e privados no Brasil que não se adequarem às novas normas da legislação até cento e oitenta dias contatos a partir da publicação desta resolução, onde devem firmar com o órgão ambiental competente, termo de compromisso para adequação do empreendimento, assim como previsto no art. 11 (BRASIL, 2003).

Com isso, foram criadas legislações específicas com base na área ambiental, algumas de abrangência nacional, estadual e municipal, onde todos os cemitérios deverão adequar-se às novas exigências da Resolução nº 335 de 03 de Abril de 2003, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA onde apresenta, entre outros artigos, que:

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

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

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

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

- a) localização tecnicamente identificada no município, com indicação de acessos, sistema viário, ocupação e benfeitorias no seu entorno;
 - b) levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, compreendendo o mapeamento de restrições contidas na legislação ambiental, incluindo o mapeamento e a caracterização da cobertura vegetal;
 - c) estudo demonstrando o nível máximo do aquífero freático (lençol freático), ao final da estação de maior precipitação pluviométrica;
 - d) sondagem mecânica para caracterização do subsolo em número adequado à área e características do terreno considerado; e
- II - plano de implantação e operação do empreendimento.

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

I - projeto do empreendimento que deverá conter plantas, memoriais e documentos assinados por profissional habilitado; e

II - projeto executivo contemplando as medidas de mitigação e de controle ambiental.

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

I - o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias;

II - nos terrenos onde a condição prevista no inciso anterior não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno;

III - adotar-se-ão técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;

IV - a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área;

V - documento comprobatório de averbação da Reserva Legal, prevista em Lei; e

VI - estudos de fauna e flora para empreendimentos acima de 100 (cem) hectares.

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

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

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

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

Art. 15 - Além das sanções penais e administrativas cabíveis, bem como da multa diária e outras obrigações previstas no Termo de Ajustamento de Conduta e na legislação vigente, o órgão ambiental competente, mediante decisão motivada, poderá exigir a imediata reparação dos danos causados, bem como a mitigação dos riscos, desocupação, isolamento e/ou recuperação da área do empreendimento. (BRASIL, 2003).

O texto descrito no § 1º desta Resolução se faz muito importante no contexto da implantação de cemitérios, inclusive para fins de conhecimento das Prefeituras, devido à existência de possibilidades de desmatamento para sua instalação. Assim, complementar-se-á com o exposto no artigo 3º, quando o órgão que pretende implantar o cemitério, precisa apresentar de forma minuciosa, um documento constando a área exata que ocorrerá a implantação, onde esta área deverá estar devidamente dentro dos requisitos propostos pela Resolução. É quando se propõe o planejamento de projetos de empreendimento e executivos apresentados no art. 4º.

Os casos já estudados referentes a contaminações causadas por cemitérios, como o realizado por Matos (2001), tem um olhar voltado para esta resolução ao chamar à atenção do Estado de São Paulo recomendando a consideração da legislação como matéria especial. Desta forma percebe-se que a atenção precisa ser dada pelos órgãos públicos, principais responsáveis pelas instalações e manutenções de cemitérios nos espaços urbanos e rurais.

6 CEMITÉRIOS SUSTENTÁVEIS COMO PROPOSTA ECOLÓGICA DE IMPLANTAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO À SAÚDE PÚBLICA

Os cemitérios sustentáveis, também conhecidos como ecológicos, são aqueles que cumprem efetivamente o que propõe a Resolução CONAMA 335/03. Esses cemitérios precisam considerar alguns parâmetros importantes a sua implantação, sendo eles o Licenciamento Ambiental adequado, a existência de coleta e/ou drenagem do necrochorume, considerar as áreas de fundo das necrópoles mantendo uma distância mínima de 1,5 m, considerar a área em que ocorre o sepultamento mantendo a distância de 5 m em relação ao perímetro do cemitério, entre outros.

Na Europa e nos Estados Unidos, já existem os cemitérios ecológicos, sua implantação é uma forma de compromisso com o meio ambiente, em frente aos impactos causados por uma implantação inadequada. No Brasil, a proposta desses cemitérios ainda é nova e se espera a consideração dos órgãos públicos acerca desta opção sustentável. Além de impedir a contaminação do necrochorume, esses cemitérios trazem outras vantagens para o meio ambiente, como a diminuição do formal na conservação do corpo; há também a vantagem econômica, já que os cemitérios ecológicos são implantados, em sua maioria, nas áreas rurais que possuem um valor territorial reduzido. O valor dos caixões também é muito menor, dada à utilização de materiais baratos e sem metais. Nesses cemitérios não se planta grama, deixando-se a vegetação natural e árvores nativas (BORTOLASSI 2012).

Segundo o autor, as lápides podem ser feitas de bambu ou outro material degradável e também de pedras naturais, sem que haja nenhum polimento. “Os materiais são variados sendo eles bambu, folha de bananeira, papel cartão ou papelão, folhas de planta pandanus (*Pandanus veitchii*), madeira de pinheiros e folhas de salgueiro, dentre outras” (BORTOLASSI, 2012 p. 57).

As urnas ou caixões poderão seguir um modelo, assim como descrito por Bortolassi (2012 p. 58):

O interior do caixão é feito de fibras naturais, como o algodão além de ser utilizado o invólucro protetor composto por absorvente de celulose e gel, atua no processo de sucção e contenção das partículas danosas, com o objetivo de evitar contaminação do lençol (aquífero) freático pelo necrochorume, subproduto resultante da decomposição do organismo humano de forma natural direta ou indireta. A medida evita o vazamento do líquido presente na decomposição de cadáveres. Uma vez que cada corpo produz diariamente 200 mililitros de necrochorume, por pelo menos seis meses e trata-se de um escoamento viscoso, acinzentado, e que, com a chuva, pode atingir o lençol de água subterrânea de pequena profundidade e outras regiões próximas aos cemitérios.

Diante de toda esta sugestão, a implantação dos cemitérios depende, sobretudo, de políticas públicas referentes o meio ambiente e saúde pública que vise a melhorias nas questões ambientais locais, já que percebemos e temos ciência dos impactos que podem ser causados pelos necrochorumes de cemitérios.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a prática de sepultar os corpos em necrópoles tradicionais é mais utilizada, devido a sua demanda socioeconômica e costumes religiosos, o índice de contaminação dos recursos da natureza deve ser levado em conta. Os órgãos públicos responsáveis pela implantação e manutenção dos cemitérios, devem, por sua vez, se organizar para adequá-los às novas normas legais previstas na resolução CONAMA nº 335, de 03 de abril de 2003, atualizadas pelas Resoluções nº 368/2006 e nº 402/2008.

De acordo com o investigado, confirma-se que a construção de cemitérios pode ocasionar diversos problemas ambientais, sendo eles globais ou locais. É necessário que haja uma fiscalização rígida para prevenir impactos ao meio ambiente, principalmente quando é arriscado prejudicar a saúde pública.

É imprescindível que se considere a implantação de um monitoramento sob o aspecto legal do tema, mas para isso, é necessária uma investigação que ofereça resposta a todas as variáveis encontradas, possibilitando-nos uma visão dos cemitérios como um agente integrante do meio urbano e carente de planejamento e acompanhamento.

Com o cumprimento das normas estabelecidas nas legislações vigentes o nível de contaminação pode ser reduzido ou evitado, melhorando, assim, a qualidade de vida das pessoas, as condições do meio ambiente e a paisagem urbana, já que, geralmente, os cemitérios estão instalados nas cidades.

Uma das possíveis soluções seria o aumento de fiscalizações dos cemitérios referente ao descaso ambiental e a elaboração de novas leis no sentido de melhorar e atender ao destino do necrochorume para que o meio ambiente seja preservado.

Pesquisas apontam para a questão da implantação dos cemitérios sustentáveis que devem ser instalados de acordo com a legislação vigente referente ao tema, obedecendo algumas características próprias desse tipo de cemitério.

Além disso, já se fala em mecanismos que impedem a permeabilidade do necrochorume para o solo e o lençol freático. Este processo vai desde o revestimento da base da urna ou caixão até a decomposição final do corpo.³ Outras soluções estão atreladas à mobilização da sociedade para cobrar dos governantes ações que fiscalizem a implantação e manutenção dos cemitérios nas cidades e nos espaços rurais, assim como descrito por Bortolassi (2012).

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. A.; SANTOS, S. A. dos; KEMERICH, P. D. da C.; SILVA, R. F. da; **Contaminação de recursos naturais por necrópoles**. Revista Disciplinarium Scientia, Vol.11, p.17-28, 2010.

ALMEIDA, A. M. **Análise físico-química das águas a alguns cemitérios no município de Juiz de Fora**. 2004. 10f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora / Departamento de Química, Juiz de Fora, 2004.

ANDRADE, F. A.; FELICIONE, F.; BORTOLOZZO, N. **A ameaça dos mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas**. São Paulo; 2007.

³ Ler sobre o Invol disponível em: <http://www.invol.com.br/solucao.php>.

O Invol é uma soma de tecnologias e compostos de materiais que auxiliam na gestão do necrochorume, resíduo altamente nocivo a saúde e ao meio ambiente.

ANJOS, R. M. dos. **Cemitérios: uma ameaça à saúde humana?** CREA – SC. Out. 2013 Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?-cmd=artigosdetalhe&id=2635#.U2KuDWpdUpo>>. Acessado em: 01 de dezembro de 2015.

BACIGALUPO, R. **Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais.** Revista História, Natureza e Espaço, Vol 1, p. 1-8, 2012.

BAUAB, K. C.; LEME, R. C. B. **Análise do processo de implementação de cemitérios na zona rural de Francisco Beltrão-PR.** Revistas Perspectiva Geográfica. Unioeste. v. 8. n. 9. 2013.

BOLIVAR, M.; PACHECO, A. **A avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de vila nova cachoeirinha, município de São Paulo.** XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas – 2011.

BORTOLASSI, C. C. **Cemitérios: Fontes potencialmente poluidoras.** 2012. 82f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

BUZZATTE, J. D. **Aspectos socioeconômicos e jurídicos quanto à perfuração de poços tubulares na cidade de Santa Maria frente ao tesouro subterrâneo armazenado: o Aquífero Guarani.** Santa Maria, RS: [s.n.], 2009.

BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.** Resolução nº. 335 de 2003. Brasília: CONAMA, 2003.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrentes da atividade cemitério.** São Paulo: [s.n.], 2007.

CARDOSO, M. **Aminas Biogênicas: Um Problema de Saúde Pública.** Ver. Vitual Quím. Rio de Janeiro, vol 5, nº 2, p. 149-168. Março 2013.

CARNEIRO, V. S. **Impactos causados por necrochorume de cemitérios: Meio ambiente e saúde pública.** Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/ asubterraneas/article/view/21956/14325>>. Acessado em: 13 de Maio de 2014.

CREA-IAP. **Matriz de impactos ambientais.** Disponível em: <http://creaweb.crea-pr.org.br/IAP/consultas/menu_consultas_iap.aspx >. Data de acesso: 10 mai. 2016.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** – Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F. **Cemitérios e os problemas ambientais: a dura realidade brasileira.** Revista Conselho em Revista - CREA RS, v. 10, p. 36-37, 2013.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F.; SILVA, R. F.; BARROS, G.; GERHARDT, A. E.; FLORES, C. E. B. **Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério.** Revista Ambi-Agua, Taubaté, Vol.7, p. 140-156, 2012.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais de Análises físico-químicas e microbiológicas.** 2º. Edição. Belo Horizonte: CRQ- M.G. 450p. 2003.

MATOS, B. A. **Avaliação e ocorrência do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo.** 113p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, V. L de. **Perspectivas da Educação Ambiental e suas contribuições.** Educando em Mogi, São Paulo, ano 6, n.34, p. 20, 2007.

PACHECO, A; MENDES, J. M. B. **Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento.** *Revista do Sistema de Planejamento e administração Metropolitana*, São Paulo, n. 17, ano IV, p. 25-31, 1986.

PACHECO, A. **Os cemitérios como Risco Potencial para as Águas de Abastecimento.** Revista para as águas de abastecimento. Revista SPAM, EMPLASA nº 17, ago/2000.

PACHECO, A. **Os cemitérios e meio ambiente.** [tema de livre docência]. São Paulo: Instituto de Geociências da USP, 2005.

PACHECO, A. **Os cemitérios e o ambiente.** Revista Conselho em Revista - CREA RS, Vol. 24, p. 30, 2006.

PALMA, S. R; SILVEIRA. D. D. **A Saúde ecologicamente correta: A Educação Ambiental e os problemas ambientais em cemitérios.** Revista Eletrônica do PPGEAmb-CCR/UFSM. Vol. 2. nº 2. p. 262-274, 2011.

PIRES, A. S.; GARCIAS, C. M. **São os cemitérios a melhor solução para a destinação dos mortos?** In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília. **Anais.** Brasília: [s.n.], 2008.

SILVA, R. W. da C.; MALAGUTTI FILHO, W. **Cemitérios: fontes potenciais de contaminação.** Revista Ciência Hoje, Vol. 244, p. 24-29, 2010.

SILVA, R. S. da. **Educação e saúde: semeando ações ambientais junto as crianças e cuidadores no Lar Acalanto – Santa Maria/RS.** [S.l.: s.n.], 2010.

WEBER, D. P. **Análise da normatização acerca da implantação de cemitérios**. 2010. 39f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Área de Ciências Naturais e Tecnológicas, Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2010.

Enviado em: 26 out. 2016

Aceito em: 27 mar. 2017

Editores responsáveis: Michele Rosset e Alysson Ramos Artuso