

CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL CAUSADA PELO NECROCHORUME PROVENIENTE DE CEMITÉRIOS

Thaís Moraes de Pinheiro ¹

RESUMO

Este trabalho aborda a relevância do necrochorume em cemitérios. Ao longo da história e ainda nos dias atuais a construção de cemitérios sempre foi um tema polêmico. Tais locais são considerados contaminantes devido à decomposição natural de corpos quando sepultados de maneira imprópria, causando a propagação de agentes patogênicos e provocando impacto ambiental. Todavia, a preocupação com a questão ambiental em áreas ocupadas pelos cemitérios se iniciou em meados do século passado e apenas recentemente houve uma preocupação maior em relação ao meio ambiente. Assim sendo, foram feitas algumas resoluções de órgãos ambientais para prevenir que os cemitérios se tornem agentes poluidores, permitindo seu funcionamento somente após a obtenção do licenciamento ambiental. Diante desta problemática, analisou-se que o necrochorume vai sendo eliminado gradativamente após o sepultamento e, com a ação da chuva e em contato com as águas superficiais, pode atingir o lençol freático, trazendo consequências negativas, uma vez que esta matéria provoca possíveis danos ao meio ambiente e à saúde pública. A partir disso denota-se que o necrochorume ao poluir as águas subterrâneas coloca em risco o meio ambiente e os cidadãos que se abastecem dos mananciais do subsolo, que podem estar contaminados em razão de bactérias, vírus e protozoários. Objetivando a qualidade ambiental, faz-se necessária a aplicação de métodos de tratamento do necrochorume, a fim de torná-lo menos tóxico e patogênico.

Palavras-chave: Cemitério; Necrochorume; Contaminantes; Meio Ambiente.

ABSTRACT

This paper is about the relevance of necrochorume in cemetery. Throughout history and today the construction of cemetery has always been a polemic subject. Such sites are considered contaminants due to the natural decomposition of bodies when improperly buried, causing the propagation of pathogens, and causing environmental impact. However, concern for the environmental issue in cemetery areas began in the middle of the last century, and there was a greater concern about the environment recently. Thus, some resolutions were made by environmental agencies to prevent cemeteries from becoming polluting agents, allowing them to function only after obtaining environmental licensing. Faced this problem, it was analyzed that the necrochorume is gradually eliminated after burial and, with the action of rain and in contact with the surface water, can reach the water table, bringing negative consequences, since this matter causes possible damages the environment and public health. From this, it is noted that the necrochorume, when polluting groundwater, endangers the environment and the citizens that are supplied from underground sources, which may be contaminated by bacteria, viruses and protozoa. With the objective of environmental quality, it is necessary to apply methods of treatment of necrochorume, in order to make it less toxic and pagogenic

Keywords: Cemetery; Necrochorume; Contaminants; Environment.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária do Complexo Educacional FMU.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano, nas suas mais diversas áreas, vem ocasionando o esgotamento dos recursos naturais sem demonstrar preocupação maior com o meio ambiente. A população cresce sem parar e o número de óbitos também. Em 2016, ocorreram e foram registrados 2.793.935 nascimentos no Brasil, enquanto o volume de óbitos registrados entre 2006 e 2016 aumentou em 24,7%, passando de 1.019.393 registros em 2006 para 1.270.898 em 2016 (IBGE, 2017).

Desde o início da história da humanidade, as pessoas possuem o hábito de enterrar seus mortos em lugares específicos. Chamamos os locais reservados ao sepultamento de cemitérios, que atualmente é o destino mais comum dado aos mortos (MENEZES; MORAIS; PIMENTA; GUEDES, 2017).

A palavra cemitério é originária do grego *koumeterian* e do latim *coemeterium*. Significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram e guardam os mortos. São sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e última morada (CAMPOS, 2007).

A questão ambiental de maior relevância envolvendo o sepultamento dos corpos humanos envolve a identificação dos mesmos como fontes de contaminação dos recursos naturais (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A decomposição de um cadáver dá origem ao necrochorume – composto viscoso de cor acinzentada eliminado durante o primeiro ano após o sepultamento, formado por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, sendo duas delas altamente tóxicas: a putrescina e a cadaverina (ANJOS, 2013). Após o óbito cada corpo humano decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume (BACIGALUPO, 2010). A dispersão descontrolada no meio destas substâncias envolve riscos de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos pelo necrochorume e pelos gases originados da putrefação.

Pode-se comparar os cemitérios com um aterro sanitário, visto que em ambos são enterrados materiais orgânicos e inorgânicos. Porém, há um agravante: a matéria orgânica enterrada no cemitério pode carregar bactérias e vírus que foram a causa da morte do indivíduo, colocando em risco o meio ambiente e a saúde pública

(ANJOS, 2013). No entanto, há outras fontes poluidoras significativas, como a geração de resíduos sólidos oriundos de materiais levados pelas visitas aos túmulos e jazigos (flores, velas, fotos, papel), da deterioração das construções existentes no local e dos processos de exumação, se dispostos inadequadamente (ALVES & FERREIRA, 2015). Portanto, o lixo gerado pela atividade cemiterial, tais como restos de roupas de cadáveres, restos de caixões, flores e outros, quando colocados juntamente com o lixo comum, se mal acondicionado e incorretamente disposto, transformam-se em agentes contaminadores.

O CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente – reconheceu os cemitérios como fonte potencial de contaminação e publicou, em 03 de abril de 2003, a Resolução número 335, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. A partir de então a questão começou a receber a atenção necessária (ZOBY, 2008).

Diante do exposto anteriormente, este artigo tem por objetivo discorrer a respeito dos impactos ambientais causados por cemitérios e sua importância para a saúde pública, expondo as legislações que regem os cemitérios no que se refere a impactos do necrochorume e apresentando métodos de tratamento do necrochorume

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste artigo optou-se pela realização de um levantamento bibliográfico em artigos técnicos e revistas da área de interesse além de um levantamento de dados em bases públicas, para que o tema abordado possa ser espelhado de forma mais clara. Também foram utilizadas como base de dados apresentações realizadas em seminários, congressos, simpósios e fóruns de cunho ambiental; dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Contextualização histórica dos sepultamentos

O hábito de sepultar corpos iniciou-se aproximadamente em 100 mil anos a. C., com sepulturas construídas no solo, no interior de grutas. As práticas funerárias evoluíram desde então, e o destino dado aos cadáveres pelo homem depende de suas crenças, circunstâncias sociais e econômicas (PACHECO, 2000).

A partir da idade média, os mortos de origem sócio-econômico-política mais privilegiada eram sepultados em igrejas ou imediações, no solo ou em sarcófagos de pedra, diferente dos plebeus, que eram sepultados nos campos afastados das cidades, em valas comuns. Os cemitérios individualizados, caixões individuais e sepulturas familiares apareceram no final do século XVIII (FOUCAULT, 1992).

Culturalmente, acredita-se que o cristianismo ensinou à sociedade moderna o culto aos mortos, porém a individualização surgiu por motivos de saúde pública. Os médicos recomendavam o isolamento dos cadáveres, para que os vivos estivessem protegidos da influência dos mortos. Tal recomendação resultou na proibição dos enterros nas igrejas e na mudança dos cemitérios para as periferias das cidades.

Já na antiguidade, os cemitérios situavam-se fora das cidades, ao longo das estradas, afastados dos centros urbanos. Foi com o advento da urbanização que os cemitérios tornaram-se ilhados por bairros, reaproximando os vivos dos mortos.

Os cemitérios inaugurados em meados do século XIX, repletos de monumentos funerários e túmulos suntuosos, representaram o início de um longo processo de secularização. Nesta época, os locais de sepultamento aparentavam não apresentar perigo à saúde pública e ao meio ambiente, eram apenas construídos aleatoriamente em locais de menor valor econômico e impróprios para qualquer outro uso (THOMPSON, 2015).

Desta maneira, não haviam estudos ou avaliações a respeito dos aspectos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos da área indicada, uma vez que seus riscos eram desconhecidos, não sendo previstos como fontes de contaminantes ambientais (GAGLIANO *et al*, 2011).

Foi a partir da proibição de sepultamentos em áreas urbanas que se iniciaram estudos em relação a decomposição de corpos humanos, entre eles a fase coliquativa, em que há ocorrência de reações que se desencadeiam através da ação de enzimas microbianas, resultando no desmantelamento dos tecidos, na produção de gases, líquidos e sais (BORN; OLIVEIRA; CUBAS, 2014).

No Brasil, a legislação que proibia sepultamentos próximos às cidades somente aconteceu em 1828. Aquela legislação insistia na edificação de necrópoles fora da cidade e incumbia às Câmaras Municipais a responsabilidade pelas questões de saúde pública. A partir de então, a reverência exacerbada aos mortos dá lugar a preocupação com a saúde dos vivos.

Tipos de cemitérios

Há vários tipos de cemitérios. Os mais comumente encontrados são os tradicionais, parques ou jardins e os verticais, sendo que a cultura dos povos é fator determinante para a escolha dos mesmos (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

Os cemitérios tradicionais são geralmente compostos por alamedas pavimentadas, formados por túmulos semienterrados, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, construções funerárias feitas em mármore e granito, com pouca ou nenhuma arborização (SILVA; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2012).

Esse tipo de sepultamento apresenta algumas desvantagens, tais como a possível contaminação das águas subterrâneas e superficiais, ocupação de grandes áreas, alto custo na construção e manutenção, interferência direta na estética urbana, e possível proliferação de insetos e animais que podem transmitir doenças (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A figura 1 apresenta o Cemitério da Consolação, um cemitério do tipo tradicional.



Figura 1: Cemitério da Consolação
Fonte: Veja SP, 2018.

Segundo o CONAMA nº 335, cemitério parque ou jardim é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma pequena lápide, ao nível do chão.

Esse tipo de necrópole apresenta algumas desvantagens, como a falta de tratamento do necrochorume, uma vez que os corpos são enterrados sem que haja uma preocupação com a vedação para os líquidos e gases gerados, o que causa contaminação do solo e das águas, bem como a possível proliferação de doenças (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A figura 2 apresenta o Cemitério do Morumbi, um exemplo de cemitério parque/jardim.



Figura 2: Cemitério do Morumbi
Fonte: Estadão, 2015.

Os cemitérios verticais são prédios de dois ou mais pavimentos que oferecem compartimentos - ou gavetas - para o sepultamento e que devem dispor

INOVAE - ISSN: 2357-7797, São Paulo, Vol.6, JAN-DEZ, 2018 - pág. 145-171

de sistemas de inativação dos gases do necrochorume e de vedação, para que estes não cheguem às áreas comuns onde circulam visitantes e funcionários (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A figura 3 apresenta uma foto do interior do Cemitério São Miguel e Almas, no Rio Grande do Sul, cemitério vertical criado na época das reformas higienistas brasileiras.



Figura 3: Cemitério São Miguel e Almas, em Porto Alegre/RS
Fonte: Bruno Pinduca, 2013.

Estas construções apresentam algumas vantagens, tais como: a utilização de menores áreas para sua construção, ausência de interferência do necrochorume junto ao solo e às águas subterrâneas, baixa exigência quanto ao tipo de solo, facilidade de sepultamento, visitas em dias chuvosos, segurança, entre outras (CAMPOS, 2007).

O maior cemitério vertical do mundo é o Memorial Necrópole Ecumênica (figura 4), situado na cidade de Santos. Foi criado em 1983 e possui mais de catorze mil gavetas, distribuídas em catorze andares.



Figura 4: Memorial Necrópole Ecumênia, cemitério vertical, em Santos
Fonte: Scientific American Brasil, 2018

Cremação

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 uma urna apropriada (CAMPOS, 2007).

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.

Como desvantagem pode-se citar a produção de resíduos originados da combustão dos corpos e, também, a pouca aceitação, por questões religiosas, sociais e culturais da população (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A figura 5 apresenta o interior do Crematório da Vila Alpina.



Figura 5: Sala ecumênica do Crematório da Vila Alpina
Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2016.

A cremação é o método que mais gera toxinas, entretanto os crematórios possuem filtros muito específicos, o que faz com que esse método se torne o melhor para o meio ambiente. É a solução póstuma de menor impacto ambiental, pois não gera resíduos convencionais com potencial de contaminar o ambiente, tanto no solo quanto na atmosfera.

Necrochorume

Após a morte, um corpo inicia um processo de relaxamento e maleabilidade dos músculos, sendo que em seguida os músculos sofrem uma rigidez cadavérica, ou seja, uma contração muscular, que afetará o miocárdio, o diafragma e os músculos de fibra lisa (ALCANTARA, 1982 *apud* FRANCISCO; SILVA; SOUZA; *et al*, 2017).

Após a completa cessação dos processos abióticos, iniciam-se os processos bioquímicos que marcam a deterioração do corpo. Esses processos são conhecidos como autólise ou putrefação do corpo.

A putrefação de um cadáver, de maneira geral, ocorre por etapas, denominadas períodos de coloração, gasoso, coliquativo e de esqueletização, sendo que no período coliquativo destaca-se a liberação do necrochorume (FRANÇA, 2008 *apud* FRANCISCO; SILVA; SOUZA; *et al*, 2017).

CAMPOS (2007), define 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 fase gasosa).

CARNEIRO (2009), indica que a relação entre o volume de necrochorume produzido e o peso corporal é igual a 0,60 L/Kg.

BACIGALUPO (2010), afirma que o necrochorume é o principal responsável pela poluição ambiental causada pelos cemitérios, podendo conter quantidades elevadas de diferentes tipos de bactérias e muitos tipos de vírus causadores de doenças que podem ser veiculadas hidricamente (figura 6).

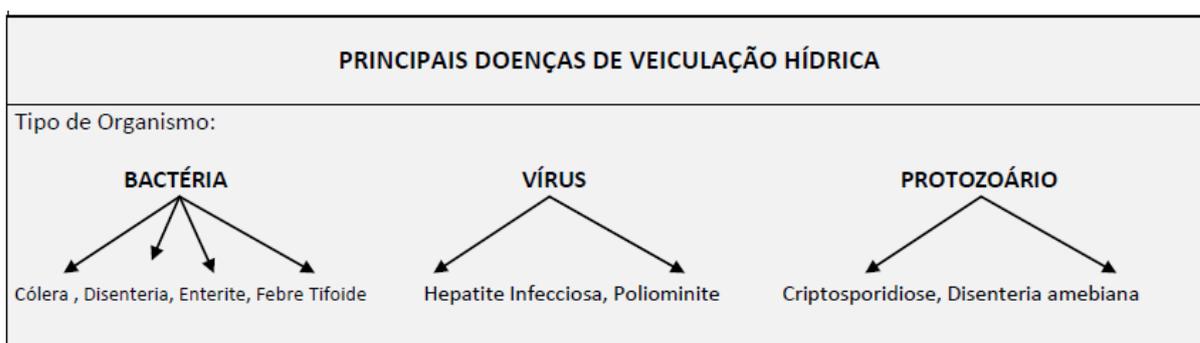


Figura 6: Composição do necrochorume
Fonte: BACIGALUPO, 2010

De acordo com MATOS (2001), o necrochorume apresenta como principais características:

- ✓ Viscosidade maior que a água;
- ✓ Densidade média de 1,23 g/cm³;
- ✓ Polimerizável;
- ✓ Cor acastanhada ou acinzentada;
- ✓ Odor forte e desagradável;
- ✓ pH entre 5 e 9, à temperatura de 23 a 28°C;
- ✓ Grau variado de patogenicidade.

Processo de contaminação ambiental

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006), define solo como uma camada superficial constituída de partículas minerais e orgânicas, distribuídas em horizontes de profundidade variável, resultante da ação conjunta de agentes intempéricos sobre as rochas e a adaptação destas às condições de equilíbrio do meio em que se encontram expostas, geralmente diferentes daquele que condicionou sua gênese, apresentando variabilidade espacial.

A contaminação do solo por meio do necrochorume atinge a zona não saturada, mas depende da estrutura hidrogeológica do local (ALCÂNTARA; SANTOS; KEMERICH; *et al*, 2010).

Em solos com alta umidade ocorre saponificação, processo pelo qual acontece a quebra das gorduras corporais e a liberação de ácidos graxos. Esse composto liberado exibe alta acidez, o que inibe a ação de bactérias putrefativas, retardando, assim, o mecanismo de decomposição do cadáver e tornando o mecanismo mais duradouro e mais contaminante (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

A decomposição do corpo humano onde não há estudos hidrogeológicos e infraestrutura adequada, pode causar significativos impactos físicos sobre o ambiente, sobretudo a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos que se proliferam no processo de decomposição dos corpos (BACIGALUPO, 2010).

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 aquífero, contaminando-o (KEMERICH & BORBA, 2013).

Caso ocorra a contaminação do aquífero freático na área interna do cemitério, não somente esta área estará potencialmente poluída, como também os arredores, aumentando o risco de ocorrências de doenças de veiculação hídrica nas pessoas que venham ter contato com a água contaminada (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

Grande parte dos organismos patogênicos não tolera a presença de oxigênio disponível na zona insaturada do solo e acaba eliminada. Mas a uma maior profundidade, nos aquíferos, por exemplo, a escassez de oxigênio permite abundante desenvolvimento de microrganismos. No caso da captação de água para consumo ser feita a partir de poços com pequena profundidade, pessoas e animais que se servirem dela estão sob risco de doenças provocadas pela presença desses organismos (KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al*, 2014).

KEMERICH; BIANCHINI; FANK; *et al* (2014), afirmam que os gases liberados pela decomposição do corpo, em alguns casos, são tóxicos, como por exemplo:

- ✓ H₂S - Gás sulfídrico - é extremamente tóxico e inflamável, causa danos à saúde, sendo até fatal;
- ✓ CH₄ – Metano - a reação do metano é a combustão;
- ✓ NH₃ – Amônia - tóxico e dissolve facilmente em água;
- ✓ CO₂ – Dióxido de carbono - gás inodoro, incolor, sufocante;
- ✓ H₂ – Hidrogênio - incolor, inodoro, sem sabor e não tóxico.

Além desses gases, também são emitidos 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.

Um estudo ambiental de investigação confirmatória solicitado pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, para quatro dos vinte cemitérios localizados na região do Alto Tietê aponta que dois deles estão contaminados. Os estudos referentes aos outros dois cemitérios ainda não foram concluídos (SANTANA, 2017).

O estudo foi solicitado pela CETESB em 2014, e quatro cemitérios foram notificados após avaliação de critérios como profundidade do lençol freático e proximidade de corpos d'água. Além disso, os quatro cemitérios notificados foram construídos antes de 2002.

Ainda segundo o autor foram notificados o Cemitério de Sabaúna, em Mogi das Cruzes; o Cemitério Cambiri e o Cemitério Saudade, em Ferraz de Vasconcelos

e o Cemitério São João Batista, em Suzano. Juntos, os quatro cemitérios realizaram, de janeiro a setembro de 2017, 4.429 sepultamentos.

O Cemitério São João Batista e o Cemitério de Sabaúna tiveram os lençóis freáticos contaminados por necrochorume.

O problema ambiental e a legislação brasileira

São crescentes, no Brasil e no mundo, estudos mais aprofundados sobre contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais, causada por cemitérios (BATISTA, 2015).

Um dos documentos mais importantes aos cemitérios é o Licenciamento Ambiental, que encontra-se inserido na Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA. Tal instrumento foi instaurado no Brasil através da Lei nº 6.938 de 1981, cujo artigo 10 diz o seguinte:

“...Art. 10. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental...”.
(BRASIL, 1981).

Regulamentado por esta lei, os cemitérios estão contidos em terrenos cercados e ordenados conforme um determinado critério paisagístico através da PNMA, cuja definição de meio ambiente representa uma série de condições que permite abrigar e reger a vida em todas as suas formas, independentemente das práticas funerárias (SILVA; SUGUIO; PACHECO, 2008).

No Brasil não há controle na construção de cemitérios. O infortúnio tem sido empurrado pelos governantes, o Estado não cuida da questão, que repassa as responsabilidades aos municípios e estes, por sua vez, não tem tecnologia e muito menos interesse político de acompanhar o problema (AMEIDA & MACEDO, 2005).

Na administração pública, a implantação e conservação dos cemitérios possuem normas regidas pelas esferas: federal, estadual e municipal.

Todavia, com a Resolução do CONAMA 335 de 2003, outras normas apareceram e, a partir de então, esta Resolução passou a regulamentar a implantação de cemitérios horizontais e verticais no Brasil, visto que tais obras possuem um risco potencial ao ambiente e à saúde pública e, sendo assim, tais locais estão submetidos ao processo de Licenciamento Ambiental.

A Resolução 335 fez com que os cemitérios fossem vistos como fonte de contaminação do ambiente, exigindo-se a partir de então que sua implantação encontra-se submetida ao atendimento dos critérios legais, e solicitando a necessidade de equipamentos de proteção ambiental para salvaguardar o solo e as águas subterrâneas (SILVA & MALAGUTTI FILHO, 2008).

Com a promulgação da Resolução CONAMA 368, em 2006, ficou vetada a construção de cemitérios em áreas de manancial para abastecimento de seres humanos, devendo a construção atender a incisos para assegurar que não haverá contaminação de áreas em preservação.

Assim sendo, todos os cemitérios deverão ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, conforme determinado pela própria resolução, sem prejuízo de outras normas aplicáveis à espécie, sendo vedada a instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente – APP, ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária, em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos predominantemente cársticos, que apresentam cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos, bem como naquelas que tenham seu uso restrito pela legislação vigente, exceto quando a lei expressamente prevê (NOGUEIRA; COSTA JUNIOR; COIMBRA, 2013).

De acordo com BERDOLDI (2014), mesmo com a existência das Resoluções CONAMA, não há um controle do Estado nas construções e obrigações dos cemitérios, assim, as instruções são passadas da federação para o estado e repassadas para o município que na maioria das vezes não possui corpo técnico capaz de acompanhar todo o processo.

Tratamento do necrochorume

Devido à complexidade dos impactos negativos causados pelo necrochorume, aumentou a demanda pelas formas de tratamento desta substância para transformá-la em um produto menos tóxico e patogênico (FELICIONI; ANDRADE; BORTOLOZZO, 2007).

Para o tratamento eficaz do necrochorume é necessário que o cemitério possua uma estrutura ecologicamente correta, seguindo as normas ambientais supracitadas.

De acordo com CASAGRANDE (2018), hoje existem uma série de métodos e tecnologias de tratamentos para o necrochorume, dos quais pode-se citar:

- Filtros biológicos;
- Pastilhas;
- Mantas absorventes.

Para o método dos filtros biológicos, deve-se primeiramente colocar no solo abaixo dos túmulos um revestimento denominado malha impermeabilizante, que protegerá as águas subterrâneas da contaminação pelo necrochorume (BRASIL, 2003).

Em seguida deverá haver a instalação de drenos, que encaminhará o necrochorume e as águas pluviais até os filtros biológicos, onde haverá a sua degradação em meio poroso, através de materiais grosseiros, tais como pedras, cascalhos, britas e concretos (CASAGRANDE, 2018).

Este sistema, dependendo do material aplicado para filtragem, como por exemplo, um filtro de concreto, apresenta eficiência na remoção da cor do necrochorume (JALOWITZKI, 2011).

A eficiência deste método depende da distância entre os jazidos e o filtro, uma vez que quanto maior à distância, maior será o tempo para o líquido percorrer, assim pode ocorrer que o necrochorume não chegue ao alcance dos filtros e não receba o tratamento necessário

A obrigatoriedade da instalação de filtros biológicos em cemitérios é determinada no Art. 8º da Resolução CONAMA 335/03. Entretanto, a utilização

desse método é recomendada para cemitérios parques; para outros tipos de cemitérios é recomendado utilizar outros métodos.

Inaugurado em 1996, o Cemitério Parque São Pedro, localizado em Curitiba/PR é referência nacional como o primeiro cemitério ecologicamente correto. No ano 2000 o cemitério recebeu a certificação ISO 14000 de Qualidade Ambiental pelo seu Sistema de Gestão Ambiental como um todo. O sistema conta com um filtro biológico superdimensionado para capacidade de sepultamento total do cemitério, aproximadamente 30 mil jazigos. O cemitério também possui poços de monitoramento e uma malha de drenagem profunda abaixo dos jazigos que encaminham o necrochorume até o filtro biológico. O sistema do filtro biológico foi classificado pela ISO 14000 como uma medida preventiva.

As pastilhas (figura 7) são bactérias consumidoras de matéria orgânica sintetizadas em esporos e agrupadas em formato de pastilhas, que são colocadas nas urnas funerárias junto ao corpo (HINO, 2015).



Figura 7: Pastilhas para tratamento do necrochorume
Fonte: JALOWITZKI, 2016

Cada pastilha contém 150 gramas de pó do composto enzimático. O poder de absorção é de 175 vezes o seu volume. Um sachê contempla um corpo de até 75kg. As bactérias selecionadas (2 bilhões de UFC por grama) possuem alta capacidade de digerir matéria orgânica. Essas colônias de bactérias são ativadas gradativamente conforme é formado e liberado o necrochorume, de maneira que consomem os compostos orgânicos de difícil metabolização como gorduras, óleos, graxas e lipídeos, além de materiais altamente contaminantes, como metais pesados, substâncias sintéticas e toda carga patogênica do corpo, transformando-os em dióxido de carbono, água e sais não nocivos (JALOWITZKI, 2016).

Quando o necrochorume entra em contato com a pastilha, ela é dissolvida e as bactérias enzimáticas são ativadas, formando uma massa gelatinosa. Essa massa absorverá todo o necrochorume e seus contaminantes sem deixar escoar para o meio ambiente. Quando toda matéria orgânica for degradada, a solução gelatinosa passa a se desidratar até ficar no formato de uma pequena esfera cristalizada (EBENEZER INTERNATIONAL, 2018).

Já a manta absorvente (figura 8) é um dispositivo que consiste em um plástico filme branco leitoso, resistente e impermeável, posicionado no fundo da urna funerária a fim de evitar que vaze necrochorume. Essa manta possui uma camada de celulose em pó, que quando entra em contato com o necrochorume transforma-se em um gel que irá reter o líquido e impedir que o mesmo extravase. A manta irá permanecer na urna pelo tempo necessário à decomposição, sem contaminar a urna, a sepultura ou o meio ambiente como um todo. No ato da exumação, basta puxar o fio de náilon presente nas bordas da manta, transformando-a numa bolsa de ossos; assim, a coleta se torna totalmente uniforme, evitando contato com fragmentos, como ocorre nos sepultamentos tradicionais (FRANCISCO; SILVA; SOUZA; *et al*, 2017).

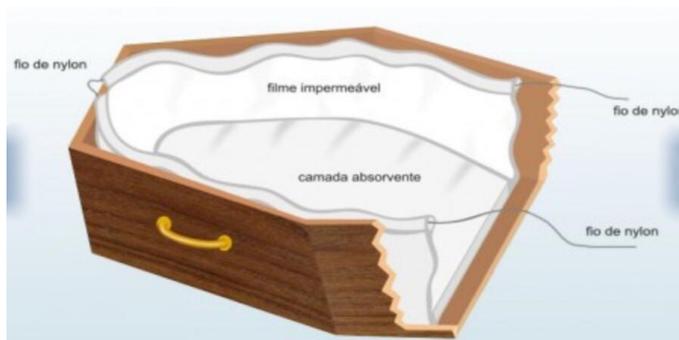


Figura 8: Manta absorvente
Fonte: INVOL AMBIENTAL, 2018

O modo de uso da manta absorvente é ilustrado na figura 9.



Figura 9: Processo de utilização da manta absorvente
Fonte: INVOL AMBIENTAL, 2018

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento inadequado do saneamento nos cemitérios foi ocasionado por fatores religiosos e supersticiosos, levando de forma tardia à implementação de normas brasileiras para a conservação e manutenção dos cemitérios.

Os cemitérios são uma potencial fonte de contaminação, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública. A problemática envolve contaminação hídrica, dos solos e poluição atmosférica. A contaminação ocorre através da liberação do líquido contaminante denominado necrochorume, que libera microorganismos patogênicos perigosos à saúde humana, fauna e flora. A grande preocupação no que visa ao meio ambiente é a contaminação do aquífero freático, de onde provém a água.

Para a redução dos impactos gerados por novos cemitérios, é necessária a escolha de um local adequado para a implantação e métodos de construção eficientes, além de adequação as resoluções CONAMA pertinentes e a obrigação de licenciamento ambiental.

Os cemitérios já existentes devem se adequar às exigências pautadas nas normas do CONAMA para mitigar as contaminações. É imprescindível que os órgãos governamentais estejam atentos aos cemitérios e seus gestores, para que sejam respeitadas as normas ambientais e assegurado o estabelecido pelo CONAMA. Percebemos a necessidade da intervenção das entidades governamentais para melhoria dos cemitérios existentes.

É de suma importância a busca por alternativas para tratamento do necrochorume, para que não haja impactos ao meio ambiente e saúde pública.

Comparando a inumação com a cremação, pode-se concluir que o ato de cremar é o método mais eficiente, higiênico e de menor impacto ambiental, sendo considerado o processo mais ecológico, não afetando o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Larissa Azambuja; SANTOS, Sizabeli Amaral dos; KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; *et al.* **Contaminação de recursos naturais por necrópoles.** Disponível em: <<https://www.periodicos.unifra.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1263>>. Acesso em 13 de setembro de 2018.

ALMEIDA, Adriano; MACEDO, Jorge Antônio Barros de. 2005. **Parâmetros Físico-Químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume.** In: Seminário de Gestão Ambiental. Disponível em: <<http://jorgemacedo.pro.br/CONTEUDO/ARTIGOS/2005.06%20TRABALHO%20CONTAMINACAO%20POR%20NECROCHORUME.pdf>> Acesso em 25 de setembro de 2018.

ALVES, Kácyo José Rocha; FERREIRA, Jeaniny Maria Fonseca. **Análise de impactos ambientais em cemitérios jardins.** In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2015. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/V-032.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2018.

ANJOS, Roberta Maas dos. **Cemitérios: uma ameaça à saúde humana?** CREA – SC. 2013. Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalhe&id=2635#.WwSkakgvzIU>>. Acesso em: 28 de abril de 2018.

BACIGALUPO, Rosiane. **Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais.** Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/niesbf/article/view/4461>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BATISTA, Flavio Souza. **Riscos ambientais do complexo de cemitérios Quinta dos Lázarus, Salvador, Bahia, Brasil.** Cadernos de Geociências. 2015. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/13422/10591>>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

BERDOLDI, Guilherme. **Contaminação de solos por compostos do necrochorume**. 2014. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgkokAE/contaminacao-solos-por-compostos-necrochorume>>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

BORN, Cristiane Maria; OLIVEIRA, Cíntia Mara Ribas de; CUBAS, Selma Aparecida. **Avaliação dos aspectos construtivos e vulnerabilidade das águas subterrâneas em áreas de cemitérios municipais de Curitiba (Paraná)**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. n.32. 2014. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/32-11_Materia_8_artigos406.pdf>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº. 335 de 2003**. Brasília: CONAMA, 2003. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33503.xml>>. Acesso em 03 de agosto de 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº. 368 de 2006**. Brasília: CONAMA, 2006. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=488>>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

CAMPOS, Ana Paula Silva. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/pt-br.php>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

CARNEIRO, Victor Santos. **Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública**. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956>>. Acesso em 01 de setembro de 2018.

CASAGRANDE, Émilin. **O que é Necrochorume e quais são os seus impactos ao meio ambiente?** 2018. Disponível em: <<https://2engenheiros.com/2018/05/15/o-que-e-necrochorume-e-quais-sao-os-seus-impactos-ao-meio-ambiente/>>. Acesso em 04 de outubro de 2018.

EBENEZER INTERNATIONAL. **Entol Enzibac**. Disponível em: <<http://www.ebenezerinternational.com.br/entol-enzibac.html>>. Acesso em 03 de novembro de 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2^a ed. 2006. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em 29 de setembro de 2018.

ESTADÃO. **Justiça barra obra do metrô em cemitério no Morumbi**. 2015. Disponível em: <<https://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/justica-barra-obra-do-metro-em-cemiterio-no-morumbi/>>. Acesso em 03 de agosto de 2018.

FOUCAULT, Michel. **O nascimento da medicina social**. In: *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro: Graal, 1992.

FELICIONI, Fernanda; ANDRADE, Flávio; BORTOLOZZO, Nilza. **A ameaça dos mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas**. 1^a ed. Editora Maxprint, 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=je9QPgAACAAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em 04 de outubro de 2018.

FRANCISCO, AGATHA MELO.; SILVA, AMANDA KAROLYNE GODOI.; SOUZA, CAROLINE SOARES DE; *et al.* **Tratamento do necrochorume em cemitérios**. In: *Atas de Saúde Ambiental*. 2017. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/1643>>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

GAGLIANO, Janayne; PEREIRA, Emilyn; TELES, Stheice; *et al.* **Resíduos de cemitérios:** um problema emergente. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0034_0063_01.pdf>. Acesso em 18 de julho de 2018.

HINO, Tochime Miguel. **O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios.** MBA em Gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção. IPOG. Santa Catarina, 2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/o-necrochorume-e-a-gestao-ambiental-dos-cemiterios/>>. Acesso em 04 de outubro de 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Registro Civil:** Em 2016, registros de nascimentos têm queda (-5,1%) em relação a 2015. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/17943-registro-civil-em-2016-registros-de-nascimentos-tem-queda-5-1-em-relacao-a-2015>>. Acesso em 03 de novembro de 2018.

INVOL AMBIENTAL. **Solução.** Disponível em: <<http://www.invol.com.br/solucao.php>>. Acesso em 05 de novembro de 2018.

JALOWITZKI, Marise. **O que diz a legislação sobre o tratamento de cadáveres.** 2011. Disponível em: <<http://compromissoconsciente.blogspot.com/2011/02/o-que-diz-legislacao-sobre-o-tratamento.html>>. Acesso em 04 de outubro de 2018.

JALOWITZKI, Marise. **Ecologia na Morte:** Uso de mantas e pastilhas absorventes para tratamento de necrochorume em sepultamentos. 2016. Disponível em: <<http://decrecimentofeliz.blogspot.com/2016/11/ecologia-na-morte-uso-de-mantas-e.html>>. Acesso em 03 de novembro de 2018.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; BIANCHINI, Débora Cristina; FANK, Julia Caroline; *et al.* **A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil.** Revista

do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, Santa Maria, RS. v.13, n.2, p.3777-3785, edição especial, 2014.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; BORBA, Willian Fernando de. **Cemitérios e os problemas ambientais**: a dura realidade brasileira. Conselho em Revista - CREA RS. V.10, n.99, p. 36-37, 2013.

MATOS, Bolívar Antunes. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-19122001-082301/pt-br.php>>. Acesso em 11 de setembro de 2018.

MENEZES, Ariádina Silva; MORAIS, Stéphanie Rocha Soares Dias; PIMENTA, Thais Rubião; GUEDES, Juliana da Silva e Mascarenhas. **Resíduos dos cemitérios**: contaminação ambiental e saúde pública. In: IX Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental; XV Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental; III Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade. 2017. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/xvенеeamb/132.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2018.

NOGUEIRA, Cláudia de Oliveira Gonçalves; COSTA JÚNIOR, José Edimar Vieira; COIMBRA, Luís Antônio Borges. **Cemitérios e seus impactos socioambientais no Brasil**. In: IX Fórum Ambiental da Alta Paulista. 2013. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/articloe/download/681/705>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

PACHECO, Alberto. **Cemitério e meio ambiente**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo. 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/44/tde-23062015-131326/pt-br.php>>. Acesso em 11 de julho de 2018.

PINDUCA, Bruno. **Lugar para morrer.** 2013. Disponível em: <<https://interfacepinduca.wordpress.com/2013/06/27/lugar-para-morrer-2-porto-alegre/>>. Acesso em 03 de agosto de 2018.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Conheça melhor o Crematório Municipal de São Paulo.** 2016. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/servico_funerario/noticias/?p=221176>. Acesso em 03 de agosto de 2018.

SANTANA, Jamile. **Dois dos 20 cemitérios do Alto Tietê estão contaminados por necrochorume, aponta Cesteb.** 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/dois-dos-20-cemiterios-do-alto-tiete-estao-contaminados-por-necrochorume-aponta-cetesb.ghtml>>. Acesso em 29 de setembro de 2018.

SCIENTIFIC AMERICAN BRASIL. **Cemitérios como fonte de contaminação ambiental.** 2018. Disponível em: <https://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios_como_fonte_de_contaminacao_ambiental.html>. Acesso em 07 de agosto de 2018.

SILVA, Claudionor de Oliveira; RODRIGUES, Lidiana Barbosa de Oliveira; OLIVEIRA, Ronaldo dos Santos. **Impactos ambientais causados pelo necrochorume do cemitério municipal da cidade de São José da Laje/AL.** Revista Científica do IFAL, v. 3, n. 2 – jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/article/view/86/154>>. Acesso em 18 de julho de 2018.

SILVA, Francisco Carlos da; SUGUIO, Kenitiro; PACHECO, Alberto. **Avaliação ambiental preliminar do cemitério de Itaquera, segundo a resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo.** Revista UnG – Geociências. 2008. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/376/465>>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

SILVA, Robson Willians da Costa; MALAGUTTI FILHO, Walter. **Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais. 2008. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/09-08_artigo_5_artigos132.pdf>. Acesso em 25 de setembro de 2018.

THOMPSON, Barbara. **Cemitérios verticais, espaço urbano e meio ambiente: O novo discurso científico universitário de incentivo à verticalização do cemitério e à cremação.** Revista Primeiros Estudos, São Paulo, n.7, p.7-27, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/primeirosestudios/article/view/84289/106958>>. Acesso em 18 de julho de 2018.

VEJA SP. **Cheio de obras de arte, Cemitério da Consolação é o mais furtado da cidade.** São Paulo. 2018. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/cidades/cemiterio-consolacao-furtos/>>. Acesso em 18 de julho de 2018.

ZOBY, José Luiz Gomes. **Panorama da qualidade das águas subterâneas no Brasil.** In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterâneas. 2008. Disponível em: <<https://aguas.subterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>>. Acesso em 28 de abril de 2018.