

# TRATAMENTO DO NECROCHORUME EM CEMITÉRIOS

Agatha Melo Francisco\*

Amanda Karolyne Godoi da Silva\*

Caroline Soares de Souza\*

Fernanda Cristina Storte Santos\*\*

## RESUMO

Com o decorrer dos tempos, os corpos dos mortos, sejam seres humanos ou animais, possuíam diversas formas de destinação. O enterro dos corpos em cemitérios foi à prática mais utilizada ao longo da história, e permanece atualmente como padrão. Contudo, foi constatada que na antiguidade, esta prática era responsável por lesões à saúde da população que residia nas proximidades dos locais de enterro. Além dos riscos à saúde, houve relatos de casos de poluição devido ao processo de decomposição dos cadáveres. Em meados do século XVIII, o Brasil adotou legislações proibindo o sepultamento em igrejas e zonas urbanas. Há duas resoluções impostas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente abordando o processo de construção dos cemitérios, uma vez que o corpo em decomposição expõe o necrochorume. O líquido percolado de um cadáver é composto por água, sais minerais e substâncias orgânicas. As substâncias patogênicas presente neste composto são responsáveis pela contaminação de solo e lençóis freáticos. Com a ação da chuva e de águas superficiais, o necrochorume infiltra os horizontes de solo, podendo chegar às águas subterrâneas e aquíferos. A estrutura, os materiais e o solo utilizados nos cemitérios, são fatores que podem afetar diretamente ou indiretamente na possibilidade de contaminação. Visando a recorrência de casos de contaminação e riscos à saúde pública, devem-se haver critérios de manutenção e métodos de construção dos cemitérios. Ainda objetivando na qualidade ambiental, há a prevalência na adoção de métodos de tratamento do necrochorume.

**Palavras-chave:** Cemitérios; Contaminação; Necrochorume; Saúde; Solo; Tratamento.

---

\* Complexo Educacional Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU). Estudante de Engenharia Ambiental e Sanitária. E-mail: agatha.m.f@hotmail.com

\*\* Complexo Educacional Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU). Professora orientadora. E-mail: fernanda.storte@fmu.br

## TREATMENT OF NECROCHORUME IN CEMETERIES

### ABSTRACT

Over time, the bodies of the dead, whether humans or animals, had various forms of destination. The burial of bodies in cemeteries has been the practice most used throughout history, and remains currently the standard. However, it was found that in antiquity, this practice was responsible for injuries to the health of the population residing near the burial sites. Besides the health risks, there have been reports of cases of pollution due to the decomposition process of the corpses. In the mid-eighteenth century, Brazil adopted legislation prohibiting burial in churches and urban areas. There are two resolutions imposed by the National Council of Environment addressing the process of building the cemeteries, once the decomposed body expels the necrochorume. The percolated liquid of a corpse is composed of water, minerals and organic substances. The pathogenic substances present in this compound are responsible for contamination of soil and groundwater. With the action of rain and surface water, necrochorume infiltrates soil horizons, reaching groundwater and aquifers. The structure, materials and soil used in cemeteries are factors that can directly or indirectly affect the possibility of contamination. Aiming at the occurrence of contamination cases and risks to public health, there should be maintenance criteria and methods of building cemeteries. Still aiming at the environmental quality, there is the prevalence in the adoption of necrochorume treatment methods.

**Keywords:** Cemeteries; Contamination; Necrochorume; Health; Ground; Treatment.

### 1. INTRODUÇÃO

A morte, do ponto de vista medicinal, trata-se do cessar da vida de um corpo, ou seja, da paralisação das funções vitais, seja por causas naturais, como a idade avançada e má funcionamento de um órgão, ou por causas acidentais (CROCE, 1995).

Na natureza, todos os seres vivos tem um lugar na cadeia bioenergética, que faz parte do ciclo da vida, onde a morte tem papel fundamental para o funcionamento geral deste ciclo. Vida e morte estão unidas, já que a segunda é consequência da primeira, como exemplo pode-se citar as condições para alguns seres vivos que dependem da morte de outros para sobreviverem; onde nós também nos enquadrados (MARTINS, 2009).

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. 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 (ALCANTARA, 1982).

A putrefação de um cadáver, de maneira geral, ocorre por etapas, sendo elas os períodos de coloração, o gasoso, o coliquativo e de esqueletização. Cada um possui um tempo de ocorrência, sendo que diversos aspectos podem influenciar nestes processos; logo, nenhum corpo se decompõe igual e no mesmo período que os outros (FRANÇA, 2008).

No período coliquativo, destaca-se a liberação do necrochorume, líquido lixiviado potencialmente tóxico responsável por contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. Além disto, o necrochorume é responsável por diversos casos de prejuízos à saúde pública (FRANÇA, 2008).

O cemitério trata-se de um local apropriado para os atos de sepultamento e enterro de cadáveres. Atualmente podem-se classificar os cemitérios em três tipos, sendo eles, os cemitérios parque, cemitérios horizontais e cemitérios verticais. Cada tipo possui uma característica própria e distinta entre os outros. Contudo, apesar de distintas, cada tipo de cemitérios pode oferecer um risco potencial de contaminação ao meio ambiente, e danos à saúde pública (CAMPOS, 2007).

Segundo Alberto Pacheco, do Centro de Pesquisas das Águas Subterrâneas (CEPEAS), todos os cemitérios apresentam um potencial risco ao meio ambiente, sendo que primeiramente o projeto adequado de um cemitério deve considerar os aspectos geológicos, topográficos e hidrogeológicos do local, caso contrário os riscos evoluem e podem causar impactos ambientais, principalmente às águas subterrâneas (FELICIONI, 2007).

Visando solucionar os impactos ambientais causados pelo necrochorume, projetos como filtros biológicos, pastilhas e mantas absorventes foram desenvolvidos para filtrar e tratar o necrochorume, tornando a substância inofensiva a riscos ambientais e à saúde pública. Contudo, para a eficácia

destes métodos, os cemitérios devem possuir a estrutura de acordo com as normas e licenciamentos ambientais (JALOWITZKI, 2011).

## 2. DECOMPOSIÇÃO DOS CORPOS

A decomposição do corpo é um processo com diversos estágios, que possibilita a identificação do tempo de morte do corpo, seja para identificar o início do processo de decomposição, ou para concluir o estágio de decomposição que o corpo se encontra (MARANHÃO, 2002).

Um corpo sem vida se caracteriza pela paralisação dos organismos, com isso a oxigenação é inexistente, dando condições das bactérias presentes no próprio corpo ataquem o corpo, uma vez que o sistema de defesa não funciona (CROCE, 1995).

Nos primeiros minutos após a morte é perceptível o processo de decomposição, sendo que a pele estará enrijecida e de cores que variam entre pálido e arroxeado e o corpo começa a liberar odor de carne podre. Devido o relaxamento dos músculos e de gases presentes nos tecidos o corpo incha e libera fluidos pelas cavidades nasais, orais e genitais (MARTINS, 2009).

No período inicial do processo de autólise, o coração cessa seus batimentos, logo o sangue deixa de ser bombeado e as células não recebem oxigênio, aumentando a acidez conforme as substâncias tóxicas das rações químicas acumulam-se dentro das mesmas. As enzimas presentes no corpo, principalmente do fígado e do cérebro, digerem as membranas celulares, iniciando a quebra dos tecidos e dos órgãos (GOMES, 1997).

A putrefação é o estágio cujo corpo apresenta total decomposição devido a autodigestão dos órgãos, que graças as enzimas pancreáticas e outras bactérias, os órgãos se desprendem da estrutura corporal e começam a se desmanchar. Após o processo de putrefação, o corpo se degrada totalmente devido ações de larvas e bactérias, transformando o corpo de maneira que sobre apenas o esqueleto (CARVALHO, 1992).

O período total da decomposição do corpo depende de diversos fatores, como por exemplo, umidade, temperatura, presença de animais, entre outros. Um corpo que permanece exposto ao ar livre pode levar apenas algumas semanas

para se decompor, contudo se for enterrado pode demorar meses, ou até anos, para se decompor totalmente (FRANÇA, 2008).

Logo após poucas horas da morte, o corpo inicia o processo de expelir odores desagradáveis, devido à produção de gases. Um mês após a decomposição, o corpo libera aproximadamente 24 litros de gases, entre eles, o gás sulfídrico e os mercaptanos, são responsáveis pelos maus odores (MARANHÃO, 2002).

A fase coliquativa da putrefação do cadáver é a mais preocupante para o meio ambiente, pois trata da fase de dissolução das partes moles do corpo. Segundo estudiosos da morte, também chamados de tanatólogos, demoram aproximadamente dois anos para que ocorra a fase de dissolução pútrica das partes moles, ou seja, restaram apenas os ossos, dentes, unhas e cabelos do cadáver. Porém este período pode variar por diversos fatores, como por exemplo, a idade do cadáver, doenças e variados remédios utilizados para seu tratamento, drogas lícitas e ilícitas, e até mesmo o tipo do sepultamento que o corpo foi destinado (FRANÇA, 2008).

## **2.1. Liberação do necrochorume**

O período de coloração trata-se da fase que as bactérias se manifestam e manchas verdes se manifestam pelo abdômen, tórax, cabeça e membros. O período gasoso é a fase que o corpo incha devido à liberação dos gases. A liberação do necrochorume ocorre no período coliquativo, devido à dissolução das partes moles do corpo, após este período ocorre à completa deterioração da matéria orgânica, restando o esqueleto, sendo que os ossos, cabelos e dentes duram anos até perderem a fragilidade. Esta etapa caracteriza o período de esqueletização, esta é a última fase da decomposição do corpo (FRANÇA, 2008).

O necrochorume é o líquido viscoso percolado da decomposição de cadáveres, sendo que pode assumir tons de vermelho-alaranjado e acinzentado, exalar odor forte e nauseante, e é polimerizável. Assim como o chorume, o líquido lixiviado da decomposição de resíduos orgânicos, o necrochorume é um agressivo poluente quando não há tratamento adequado (MMA, 2003).

Aproximadamente seis meses após o óbito, o corpo inicia a fase de dissolução das partes moles, este processo libera o necrochorume. O corpo produz cerca

de 30 litros de necrochorume nos primeiros seis meses, podendo chegar a manter a produção, por até cinco anos para concluir o processo, considerando que não haja contrariedade das condições normais (ALCANTARA,1982).

O período de liberação do necrochorume pode variar de acordo com determinadas condições que o cadáver está situado; sob condições adequadas, ou seja, fatores ideias de solo, umidade, temperatura, envoltura do corpo em material biodegradável, entre outros, o necrochorume com o decorrer do tempo, perde as cargas de toxidade e torna-se uma substância simples e inócua. A depuração do necrochorume ocorre de acordo com o meio. Quando o corpo está situado em solo com teor argiloso, fluxo elevado e contínuo de água, maior será o tempo de depuração. Contudo se o necrochorume após liberado permanecer isolado, ocorrerá à polimerização, resultando em uma substância insolúvel e inerte. Contudo, os cadáveres depositados em locais com determinadas condições geológicas, como por exemplo, acima de aquíferos, o necrochorume tende a atingir as águas subterrâneas (MARTINS, 2009).

O corpo é composto, em média, por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas. A contaminação do necrochorume ocorre por ação de microorganismos patogênicos. Entre os 10% de substâncias orgânicas, encontra-se a carga de doenças, ou seja, os patógenos de substâncias biodegradáveis, destacando a cadaverina e a putrescina, que são venenosos e solúveis em água, sendo os maiores responsáveis pela contaminação de lençóis freáticos, devido às águas infiltradas da chuva, águas superficiais e até mesmo águas subterrâneas que em contato com o cadáver, carregam o necrochorume (LANG, 2008).

Devido à inexistência de tratamento adequado em cemitérios, o necrochorume contamina o meio ambiente, e oferece risco para a saúde de funcionários e da população que vive entorno da área contaminada (MMA, 2003).

## **2.2. Tipos de cemitérios**

Os cemitérios parque ou jardim, surgiram na Europa na década de 1950. Após uma década foram instalados no Brasil, inicialmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A ampla área verde é a principal característica deste tipo de

cemitério. Sua estrutura para enterro é composta por gavetas ou jazidos subterrâneos, cobertos pelo gramado, sendo que o tumulo fica sinalizado por uma lápide (KEMERICH, 2014).

Os cemitérios horizontais são os mais tradicionais pelo Brasil. Este tipo de cemitério é caracterizado pelo enterro dos cadáveres serem de forma subterrâneas, ou seja, os corpos são enterrados diretamente no solo. Nesse espaço também se encontram em áreas abertas, túmulos e jazidos, mausoléus, capelas, estatuas, crucifixos, imagens, monumentos de mármore ou granitos, e há locais para realização de velórios e celebrações religiosas (PALMA, 2010).

Os cemitérios verticais foram criados devido o problema com a falta de espaço para sepultamentos, sendo que foram construídos acima do nível do solo, de maneira vertical para que não haja contato com solo, assim os corpos são sepultados em gavetas. As gavetas são separadas, porém se posicionam uma ao lado da outra e sobrepondo-se de modo que formem andares para assim facilitar a circulação de visitantes por meio de corredores, escadas ou elevadores (PALMA, 2010).

Os cemitérios parque e horizontais facilitam a decomposição dos cadáveres em função do contato direto ou indireto com o solo, possibilitando a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, devido à liberação do necrochorume, causando a proliferação de insetos e danos ao meio ambiente. Os cemitérios verticais utilizam menor espaço, este tipo de cemitério interfere a contaminação do necrochorume, uma vez que as gavetas estão elevadas ao nível do solo, porém ainda há a necessidade de planejamento estrutural para que não ocorra vazamento de necrochorume e emissão de dores (KEMERICH, 2014).

Apesar da exposição de um cadáver poder prejudicar a saúde pública, o ato de sepultar um defunto é tradicional, e permitido pela Organização Mundial de Saúde. Com o objetivo de oferecer alívio para parentes do defunto e até respeito pelos restos mortais do mesmo, com exceção da possibilidade de infecção por alguma doença contagiosa portada pelo falecido. Contudo, a resolução RDC nº 68 da ANVISA, em outubro de 2007 foi estabelecido o prazo máximo para o sepultamento de um corpo, sob condições que não ofereçam

riscos à saúde, após o óbito o corpo deverá ser enterrado no período de 24 horas (ANVISA, 2009).

### **2.3. Impactos causados pelos cemitérios**

Há quem compare os cemitérios a aterros sanitários, pois ambos servem para depositar matéria orgânica e inorgânica, porém os cemitérios têm o agravante de que a matéria orgânica ali contida possui maior carga de bactérias patogênicas, as quais podem ter sido, inclusive, a causa da morte dos seres, ou mesmo de grande influência nesse processo. Além da quantidade de metais pesados advindos da ingestão de medicamentos ao longo da vida, assim sendo o grau de periculosidade e toxicidade do necrochorume, à saúde e ao meio ambiente é superior à do chorume convencional proveniente de aterros sanitários (ALMEIDA; MACEDO 2005).

Assim como os aterros, os cemitérios posteriores a CONAMA 335 tem por exigência serem construídos seguindo normas para o recuo sobre e próximo às áreas de lençol freático e a necessidade da correta impermeabilização de sua base para evitar a contaminação do solo e das águas por necrochorume. Pois tal resíduo pode gerar graves problemas de saúde pública, através da disseminação de doenças (MMA, 2003).

Outro problema relacionado aos cemitérios é a necessidade de espaço para sua construção que de acordo com a demanda da região, e como e se esta área poderá ser aproveitada após seu termino de operação, por isso atualmente junto a CONAMA 335 a preocupação com o meio ambiente vem crescendo e junto o conceito dos cemitérios parque (MMA, 2003).

#### **2.3.1. Contaminação causada pelo necrochorume**

O necrochorume é um líquido turvo de coloração acinzentada-acastanhada com viscosidade superior a da água e de cheiro fétido, derivado da decomposição dos tecidos do corpo humanos após a morte, estimando que sua composição seja de aproximadamente 70% - 74% de água, 30% de sais minerais 10% de substâncias orgânicas das quais duas são altamente tóxicas: a putrescina ( $C_4H_{12}N_2$ ) e a cadaverina ( $C_5H_{14}N_2$ ) (FELICIONE, 2007).



Há também o processo de saponificação, onde a gordura do corpo se transforma em uma massa espessa porque as bactérias devido ao excesso de calor, umidade e acidez não fazem a completa quebra dos lipídios, sendo um fato mais comum em pessoas obesas. É considerada uma forma de preservação natural, fazendo com que o corpo permaneça anos nessa condição. Outro processo que vale comentar é o de mumificação, que se dá pela falta de umidade e um clima quente e seco, impedindo assim que ocorra o processo de putrefação, mantendo a preservação dos tecidos e o corpo intacto durante anos (MATOS, 2001).

Por isso, se uma pessoa falece doente, todas as bactérias, vírus e químicas ingeridas durante a sua vida eventualmente se misturam junto ao líquido derivado da decomposição; de forma que se for lixiviado e percolar, causa contaminação ao solo e mananciais gerando assim um risco de proliferação de doenças, se transformando numa questão de saúde pública (PACHECO, 1986).

#### **2.4. Legislações**

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como órgão competente por regulamentar as diretrizes para todo estabelecimento que necessita de licenciamento ambiental para que haja o funcionamento adequado estabelece duas resoluções consideradas essenciais para o processo de licenciamento de um cemitério, sendo elas a Resolução CONAMA Nº 335, de 3 de abril de 2003 e Resolução CONAMA Nº 368, de 28 de março de 2006 (MMA, 2003).

Ambas as resoluções basicamente dispõem sobre o processo de licenciamento, sendo uma complementar a outra. Existem alterações significativas na Resolução 368/2006 sobre a resolução 335/03 onde são alterados os artigos 3º e 5º, revogando o inciso III, do § 3º, do art. 3º que prevêem como a possibilidade de se instalar um cemitério em áreas de manancial para abastecimento humano desde que a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área, 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, ressaltando que nos terrenos onde a condição prevista não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser

feitos acima do nível natural do terreno. (inciso acrescentado pela Resolução nº 368/06). Entretanto, fica a critério o órgão licenciador aceitar ou não, como acrescentado no inciso I, do § 1º, do art. 5º.

Vale ressaltar que para os cemitérios horizontais em todo o seu perímetro devem ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra, necrochorume e contaminações. Para os cemitérios verticais é de extrema importância que sejam constituídos de materiais que impeçam a passagem de gases para o meio externo, bem como sejam utilizados acessórios ou técnicas construtivas que impeçam o vazamento de qualquer tipo de líquido oriundo da coligação como previsto no art. 6º.

A utilização de urnas feitas de materiais biodegradáveis, como as mantas absorventes, é prevista na resolução como formas preventivas, não sendo recomendado o uso de materiais que possam ser nocivos ao meio ambiente. O descarte dos resíduos sólidos, não humanos, resultantes do processo de exumação deve ter destinação adequada, tanto sanitária quanto ambiental, pois uma vez que em contato com os fluídos provenientes da coligação, esses materiais passam a ser considerados como resíduos hospitalares por terem altas cargas de contaminação (MMA, 2003).

Segundo a Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008 o encerramento das atividades de um cemitério, deve estar previsto no processo de licenciamento ambiental, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas. Em caso de desativação da atividade, a área deverá ser utilizada, prioritariamente, para parque público ou para empreendimentos de utilidade pública ou interesse social.

O descumprimento das Resoluções, dos termos das licenças ambientais e possível Termo de Ajustamento de Conduta. Implicarão ao infrator as penalidades previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; além disso, 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.

### 3. MÉTODOS DE TRATAMENTO DO NECROCHORUME

Segundo o geólogo Léziro Marques Silva, que pesquisou mais de 600 cemitérios brasileiros públicos e privados, cerca de 75% dos cemitérios possuem discordância com a legislação e negligências operacionais, acarretando em diversos problemas de caráter ambiental e sanitário (SILVA, 1998).

O descarte inadequado do necrochorume destaca-se como o principal poluente e contaminante dos cemitérios e dos institutos médicos legais, visto que a substância possui nível avançado de agentes tóxicos e microrganismos patogênicos pode contaminar o ambiente e oferece riscos à saúde pública (PACHECO, 1986).

Atualmente é constante a preocupação com métodos e tecnologias de preservação e economia dos recursos hídricos, principalmente com a água potável, uma vez que as ações antrópicas oferecem grandes ameaças para estes recursos, prejudicando a disponibilidade de água potável para consumo. Entre rios, lagos e outros recursos hídricos, a principal fonte ameaça é o lençol freático, cuja 95% deste recurso é consumida pela população mundial. O tratamento do necrochorume, juntamente com outras fontes poluidoras e contaminantes que venham a atingir os lençóis freáticos, como por exemplo, lixões e efluentes industriais, ganharam ênfase para projetos de tratamento e manutenção para preservar o meio ambiente (FERNANDES, 2014).

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

#### 3.1. Filtros biológicos

Para poder tratar o necrochorume é necessário que o cemitério possua uma estrutura ecologicamente correta, seguindo as normas ambientais das Resoluções CONAMA nº 335/03 e CONAMA nº 368/06.

Devido à liberação de gases na decomposição do cadáver, os jazidos e gavetas não podem ser completamente impermeáveis pela possibilidade de ocorrência de combustão, pode-se utilizar no solo abaixo dos túmulos um revestimento de

uma malha impermeabilizante, que irão auxiliar para proteger as águas subterrâneas da contaminação pelo necrochorume (MMA, 2003).

Após executar a impermeabilização deve-se coletar o necrochorume por drenos subdivididos em quadras nos cemitérios. Este sistema de drenagem profunda conduz o necrochorume e águas pluviais até um filtro biológico. No processo de filtros biológicos, onde o ar atmosférico em contato direto com o necrochorume ocorre à degradação em meio poroso, este meio é um leito artificial de material grosseiro, como pedras de britas, cascalhos, concretos triturados, materiais sintéticos, etc. 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).

O Art. 8º da Resolução CONAMA 335/03 determina a obrigatoriedade dos cemitérios de utilizarem um filtro biológico, que é operado por meio da ação de microorganismos que agem na decomposição do necrochorume até que a substância não ofereça riscos ao ambiente e à saúde pública. Devido à viscosidade do necrochorume, que é mais denso que a água, após o corpo liberar cerca de 30 ou 40 litros de necrochorume pode demorar até um ano para o líquido percorrer o sistema de drenagem e chegar ao filtro biológico (MMA, 2003).

A utilização de filtros biológicos é comum nos cemitérios parque, porém a eficiência deste método depende da distância entre os jazidos e o filtro, uma vez que quanto maior a 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, logo é preciso considerar outros métodos que irão auxiliar para o tratamento do necrochorume, como por exemplo, pastilhas e mantas absorventes (JALOWITZKI, 2011).

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 uma capacidade de sepultamento total do cemitério, aproximadamente 30 mil jazigos, porém atualmente o cemitério conta com uma média de 15 sepultamentos por mês. 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, numa eventual necessidade de filtrar a carga poluente do volume total de jazigos (CEMITÉRIO PARQUE SÃO PEDRO, 2017).

### **3.2. Pastilhas**

Possui grande quantidade de bactérias consumidoras de matéria orgânica, selecionadas e sintetizadas em esporos e agrupadas em formato de pastilhas, que são colocadas nas urnas funerárias junto ao corpo, próximo e na base da coluna, essas colônias de bactérias são ativadas conforme é formado e liberado o necrochorume, de maneira que consomem os compostos orgânicos de difícil metabolização como gorduras, óleos, graxas e lipídeos, transformando-os em dióxido de carbono e água (HINO, 2015).

### **3.3. Mantas absorventes**

O produto é feito a partir de um plástico muito resistente impermeável, no fundo ele possui uma camada de celulose em pó, que em contato com o necrochorume se transforma um gel que retém dentro desse invólucro todo e qualquer produto oriundo do processo de coliquação. A Manta é colocada dentro da urna, revestindo todo o seu interior e, na medida em que o corpo vai liberando líquidos, a celulose vai absorvendo, impedindo que o necrochorume extravase (MARCHIORO, 2007). Assim, o material (gel) permanece na urna pelo tempo necessário à decomposição (3 a 5 anos) sem contaminar a urna, a sepultura e o meio ambiente como um todo, cumprindo desta forma a normativa 335 do CONAMA. Nas bordas da manta há um fio de náilon que, em caso de exumação, é puxado, transformando a manta num saco de ossos (JALOWITZKI, 2011).

### **3.4. Métodos alternativos**

Na capital de Curitiba/PR, há um projeto alternativo do tratamento do necrochorume em desenvolvimento no Cemitério Parque Iguaçu. O projeto conta com uma estação de tratamento própria para o necrochorume, cujas cargas orgânicas altamente tóxicas são removidas de forma anaeróbica, em

um tanque fechado que o necrochorume passa por uma desinfecção, permitindo que o líquido seja reutilizado, a princípio para a irrigação de terra do próprio cemitério. Porém este projeto executado pela engenheira sanitária, Maria Rosi Melo Rodrigues, encontra-se em fase de teste, sem a divulgação de seus resultados (JALOWITZKI, 2011).

Mark Ellwood cita em sua reportagem algumas formas alternativas de sepultamento, sendo uma delas o congelamento e biodegradação, método esse criado na Suécia pela bióloga marinha Susanne Wiigh-Mäsak, que consiste em um sistema automatizado que submete o corpo a um processo de congelamento por nitrogênio líquido (subproduto dos tanques de oxigênio, tendo impacto ambiental neutro) e posteriormente agita-lo suavemente, resultando em pequenos pedaços que podem ser secados e enterrados ou rapidamente incinerados (ELLWOOD, 2015).

Outro método também descrito por Ellwood foi criado pelo bioquímico escocês Sandy Sullivan chamada de "Resomation" e apelidada de "cremação ecológica", onde se submerge o corpo em uma solução de hidróxido de potássio e água quente para acelerar o processo de decomposição, e poucas horas depois os tecidos se tornam um líquido escuro que depois de ser reduzida sua alcalinidade o mesmo pode ser disposto junto às águas residuais, o esqueleto é incinerado e as cinzas entre a família (ELLWOOD, 2015).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A dificuldade de minimizar a poluição causada pelos cemitérios está em adaptar, de acordo com as normas e legislações ambientais, os cemitérios existentes desde o período que não havia regulamentações para operação. A instalação de poços de monitoramento é uma alternativa inicial para a adequação destes cemitérios, a fim de coletar mensalmente amostras de águas subterrâneas para verificar, através de análises laboratoriais a qualidade hidrogeológica e os seus níveis de contaminação. Podemos então estabelecer que o método mais eficiente e de menor impacto ambiental, para destinar os corpos, seria a cremação, um processo considerado ecológico, ou seja, não afeta o meio ambiente. Além de prático, a incineração dos corpos é a operação mais higiênica, sendo que previne problemas de higiene e sanitárias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Hermes Rodrigues. Perícia Médica Judicial. São Paulo: Guanabara Dois, 1982.

ALMEIDA, A.M; MACEDO, J.A.B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de Gestão Ambiental – Um convite à interdisciplinaridade, Juiz de Fora, 2005.

ANVISA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Referência técnica para o funcionamento de estabelecimentos funerários e congêneres. Brasília, 2009. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33856/2054354/Refer%C3%A2ncia+t%C3%A9cnica+para+o+funcionamento+de+estabelecimentos+funer%C3%A1rios+e+cong%C3%AAneres/302ffe07-3186-427d-93ab-062a7b311d81> Acesso em: 20 jul. 2017

CAMPOS, A. P. S. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em:

[www.teses.usp.br/teses/.../6/...25112007.../DISSERTACAO\\_FSP\\_USP\\_CEMITERIOS.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/.../6/...25112007.../DISSERTACAO_FSP_USP_CEMITERIOS.pdf) Acesso em: 15 jul. 2017.

CARVALHO, Hilario Veiga. Compêndio de Medicina Legal. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1992.

CEMITÉRIO PARQUE SÃO PEDRO. Quem somos. 2017. Disponível em: <<http://cemiterioparquesaopedro.com.br/>> Acesso em: 23 ago. 2017

ELLWOOD, Mark. Falta de espaço faz empresas criarem alternativas (ecológicas) ao tradicional enterro, site UOL economia – publicado em 30 de outubro de 2015. Disponível em :

<<https://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2015/10/30/recicle-seus-entes-queridos-com-os-funerais-ecologicos.htm>> Acesso em: 10 jul. 2017.

CROCE, Delton; CROCE, Júnior. Manual de Medicina Legal. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1995.

FAVERO, Flaminio. Medicina legal. 12. ed. São Paulo: Villa Rica, 1991.

FELICIONI, Fernanda. et al. A ameaça dos mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas. 1. ed. Editora: Maxprint, 2007.

FERNANDES, David Augusto. O efeito do necrochorume no meio ambiente e sua imputação. v. 2, p. 6-27, 2014.

FRANÇA, Genival Veloso. Medicina Legal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2008.

GOMES, Helio. Medicina Legal. Atualizador Hygino Hércules. 32. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1997.

HINO, Tochime Miguel. **O** necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. MBA Gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção. IPOG. Santa Catarina, 2015. Disponível em:

<[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=Cache:8PcStkbU\\_f4J:https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp%3Farquivo%3Dtochime-miguel-hino-171051914.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=BR](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=Cache:8PcStkbU_f4J:https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp%3Farquivo%3Dtochime-miguel-hino-171051914.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=BR)> Acesso em: 09 jun. 2017.

JALOWITZKI, Marise. O que diz a legislação sobre o tratamento de cadáveres. 2011. Disponível em: <<http://compromissoconsciente.blogspot.com.br>> Acesso em: 05 jun. 2017

KEMERICH. Pedro Daniel da Cunha. et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. Revista Monografias Ambientais – REMOA. v.13, nº 5. Edição Especial LPMA/UFSM. P. 3777-3785, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/download/14506/pdf.>> Acesso em: 07 jul. 2017

LANG, Adriana A.; GIMENEZ, Sonia M. N. Elementos químicos encontrados no corpo humano: um novo enfoque da tabela periódica. Universidade Estadual de Londrina, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0866-1.pdf>> Acesso em: 11 jun. 2017

MARANHÃO, Odon Ramos. Curso Básico de Medicina Legal. 8. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2002.

MARTINS, Edmilson. Análise dos processos de decomposição e sucessão ecológica em carcaças de suíno (*Sus scrofa* L.) mortos por disparo de arma de



fogo e overdose de cocaína e protocolo de procedimentos diante de corpo de delito. Botucatu, 2009.

MATOS, Bolivar Antunes. Avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Cachoeirinha. Município de São Paulo. Tese de doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Resolução CONAMA nº 335. 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>> Acesso em: 20 jul. 2017.

PACHECO, Alberto. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimentos. Revista Sistema de Planejamento para a Administração Metropolitana. Ano 4, n. 17, 1986.

PALMA, Saete Retamoso; SILVEIRA, Djalma Dias. A saúde ecologicamente correta: a educação ambiental e os problemas ambientais em cemitérios. Monografia (Graduação em Educação Ambiental) - UFSM. Santa Maria, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/396>> Acesso em: 07 jul. 2017.

SARAIVA, Fernando Augusto. Avaliação de métodos geofísicos no comportamento espacial de plumas de necrochorume. Tese de Doutorado – IGC, Universidade São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44138/tde-26072011-155842/pt-br.php>> Acesso em: 03 ago. 2017.

SILVA, Leziro Marques. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: Congresso Latino Americano de Hidrologia Subterrânea, 4. Montevideo, 1998.

**Recebido em: 31/10/2017**

**Aceito para publicação em: 20/11/2017**