

Ricardo José da Silveira¹, Thayrinne Marcela Borges Alves², Eduarda Oliveira Reis³

^{1, 2, 3}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Câmpus Sul de Minas

Monitoramento e controle dos impactos ambientais em cemitérios: uma revisão bibliográfica

Environmental impacts monitoring and control of cemeteries: a literature review

Resumo. Apesar da indiscutível importância dos cemitérios para a vida em sociedade, esses locais podem ser responsáveis por impactos ambientais significativos quando mal gerenciados, especialmente relacionados à geração do necrochorume, resíduos sólidos, aos impactos sociais e proliferação de vetores. Diante desse cenário, com base em uma revisão bibliográfica exploratória, o presente estudo buscou identificar os aspectos ambientais dos cemitérios, bem como os mecanismos para monitoramento e controle dos impactos ambientais na legislação pertinente. Após o levantamento de informações, salienta-se que a geração de necrochorume e de resíduos sólidos perigosos são os principais aspectos ambientais relacionados aos cemitérios, e que o monitoramento frequente e controle desses impactos é essencial para evitar a contaminação do meio ambiente e dos trabalhadores. **Palavras-chave:** Cemitérios, Necrochorume, Resíduos sólidos cemiteriais, Proliferação de vetores.

Abstract. Despite the indisputable importance of cemeteries for life in society, these places can be responsible for significant environmental impacts when poorly managed, especially related to the generation of necroleachate, solid waste, social impacts, and vector proliferation. Given this scenario, based on an exploratory literature review, the present study sought to identify the environmental aspects of cemeteries, as well as the mechanisms for monitoring and controlling environmental impacts in the Brazilian legislation. After the collecting information, it is emphasized that the generation of necroleachate and hazardous solid waste are the main environmental aspects related to cemeteries and that frequent monitoring and control of these impacts is essential to avoid contamination of the environment and workers. **Keywords:** Cemeteries, Necroleachate, Cemetery solid waste, Proliferation of vectors.

Introdução

O termo cemitério vem do grego “*koimetérion*”, que significa dormitório. Baseado nas crenças cristãs, é um lugar para os mortos dormirem enquanto aguardam a ressurreição e, além disso, é um lugar de socialização e de apego emocional, onde familiares podem prestar homenagens aos seus entes queridos já falecidos. Portanto, no local, ocorrem manifestações do luto e simboliza-se a nova morada, através dos túmulos, das homenagens póstumas e da materialização da presença daqueles que já se foram (BETIATTO *et al.*, 2015).

Apesar da sua importância no contexto social, os cemitérios representam uma importante fonte de poluição antropogênica em escala global, devido aos poluentes físicos, químicos e biológicos liberados no meio ambiente que podem acarretar problemas de poluição do solo e das águas subterrâneas, e um impacto importante no meio ambiente e na saúde pública (WHO, 1998; NECKEL *et al.*, 2021). Essa contaminação está relacionada, principalmente, à decomposição dos corpos que possuem diferentes microrganismos, além dos materiais utilizados nas atividades funerárias que podem ser fonte de contaminação por metais e outros químicos (MOHAMMED e ABUDEIF, 2020). Portanto, a instalação e a operação de cemitérios devem considerar os devidos cuidados geológicos, topográficos e hidrológicos no local (FRANCISCO *et al.*, 2017). Além desses, ressalta-se que os cemitérios podem ser responsáveis pelos aspectos ambientais: geração de

resíduos sólidos (GWENZI, 2021), impactos sociais (KOVÁCS *et al.*, 2014) e proliferação de vetores (GARCIA-REJON *et al.*, 2018).

Diante desse cenário, o presente trabalho buscou identificar os aspectos e os impactos ambientais dos cemitérios, bem como as medidas de controle e monitoramento previstas na legislação brasileira. Ademais, o trabalho buscou destacar práticas sustentáveis em cemitérios e os meios alternativos para a destinação de cadáveres.

Metodologia

Através de uma revisão bibliográfica exploratória, analisou-se legislações e estudos científicos para levantar informações relacionadas aos aspectos socioambientais dos cemitérios. O critério para a seleção dos artigos foi a presença das palavras-chave “cemitérios”, “impactos ambientais”, “necrochorume”, sendo que esses poderiam estar dispostos ao longo do texto, nos idiomas português e inglês. Utilizou-se para a pesquisa bibliográfica o Google Acadêmico e o Portal de Periódicos da CAPES. Foram selecionados vários artigos de diferentes revistas científicas, sem restrição de períodos.

Após uma análise crítica do conteúdo, foram selecionados os principais aspectos e impactos ambientais relacionados às atividades dos cemitérios, além das ações de monitoramento e controle previstas na legislação vigente. Por fim, abordou-se meios alternativos de sepultamentos.

Cemitérios: da origem ao contexto contemporâneo

As primeiras sepulturas agrupadas surgiram por volta de 10 mil anos a.C., entre elas coletivas ou individuais. Nesse meio tempo, os egípcios, que a princípio enterravam seus mortos em covas abertas, começaram a demonstrar preocupação com o desenterramento de cadáveres por intempéries e inundações, passando a cobri-los com tijolos, gesso e outros materiais (BETIATTO *et al.*, 2015).

Alguns registros históricos demonstram que os mortos de origem sócio-econômico-política mais privilegiada eram sepultados em igrejas ou mediações, no solo ou sarcófagos de pedra, enquanto os plebeus que eram sepultados nos campos em valas comuns. No século XVII, a Europa tomou medidas sanitárias, iniciando os sepultamentos em locais denominados de cemitérios a céu aberto, proibindo o sepultamento em capelas e igrejas, por conta do crescimento populacional (MYŚLIŃSKA *et al.*, 2021).

O sepultamento em cemitérios tornou-se obrigatório em defesa da salubridade pública e das normas sanitárias em Portugal no final do século XVIII, pois os médicos estavam preocupados com a localização ideal dos cemitérios fora das cidades, em terrenos arejados e longe das fontes de água. Apesar da forte resistência à construção desses empreendimentos isolados, as sepulturas começaram a ser feitas em caixões individuais por dois processos distintos empregados atualmente: a inumação - ato de enterrar o cadáver em covas abertas, cobrindo a superfície por terra ou em cavidade e caixa devidamente resguardada; e a tumulação - ato de sepultar o cadáver em túmulos pré-fabricados de alvenarias ou concretos, conhecido popularmente por gavetas as quais recebem os caixões lacrados (CAMPOS, 2007). Quando foram implantados os cemitérios, as construções ocorreram longe dos centros urbanos, ao longo das

estradas, no qual assegurava as questões sanitárias da época. Com o passar do tempo, a urbanização acelerada resultou na aproximação da população com esses locais (SWENSEN, 2018).

No Brasil, podemos dividir os cemitérios em três tipos, sendo eles: cemitério tradicional, cemitério-parque ou jardim, e cemitério vertical. Os cemitérios tradicionais são compostos por alamedas que criam corredores entre túmulos parcialmente enterrados. Possuem monumentos funerários normalmente de alvenaria, revestidos de mármore e granitos e ornamentações religiosas de capela com altar, crucifixos, imagens e pouca arborização dentro do espaço. Esse tipo de cemitério possui como desvantagens: ocupação de grandes áreas, alto custo de manutenção, proliferação de insetos em vasos decorativos que podem acumular água parada e a contaminação de águas superficiais e subterrâneas (BETIATTO *et al.*, 2015). Os cemitérios-parques, destinado ao sepultamento de corpos em covas rasas, aberto em solo natural, compreende uma aparência de cemitério jardim contendo apenas placas no nível do chão para identificar e uniformizar a harmonização das sepulturas (MARTIN *et al.*, 2016). Por fim, os cemitérios verticais são edifícios ou pavimentos construídos acima do nível do solo, dotados de compartimentos destinados aos sepultamentos de cadáveres. Essa estrutura viabiliza uma menor ocupação com o maior aproveitamento de espaço quando as áreas de implantação ou extensão começam a ser escassas. Esses empreendimentos estão localizados normalmente em municípios de maior concentração urbana (FERRARI *et al.*, 2015).

Em relação aos aspectos jurídicos, com a crescente preocupação dos possíveis impactos gerados nesses empreendimentos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou em 2003 a Resolução nº 335/2003, sendo alterada pelas resoluções CONAMA nº 368/2006 e nº 402/2008 (BRASIL, 2003; BRASIL, 2006; BRASIL, 2008). Do ponto de vista ambiental, essas resoluções são as bases para tratar os aspectos jurídicos dos cemitérios. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) demonstrou preocupação com o tema através da norma técnica L1.040/1999, que estabelece os requisitos e as condições técnicas aos cemitérios, no que tange à proteção do solo e das águas subterrâneas em suma à preservação do ambiente como um todo (CETESB, 1999). A CETESB possui requisitos que não foram citados pelas resoluções do CONAMA, os quais pode-se destacar o monitoramento dos impactos.

Impactos socioambientais em cemitérios e as medidas mitigadoras

O processo de decomposição e a geração do necrochorume

Após o falecimento, o corpo humano passa pelo processo de decomposição e, nesse processo, há a liberação do necrochorume, responsável por afetar a qualidade do solo e das águas subterrâneas no entorno desses locais (MOHAMMED e ABUDEIF, 2020). O necrochorume corresponde a uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas, de cor castanha acinzentada, mais viscosa que a água, com odor forte, elevado grau de toxicidade e patogenicidade associadas às mortes por doenças infecto-contagiosas (FRANCISCO, *et al.* 2017). Ainda mais, pode conter resíduos de tratamentos químicos hospitalares como de quimioterapia, formaldeído, cosméticos e corantes utilizados no preparo do cadáver, dentre outros, e lixiviados dos adereços das urnas mortuárias (SILVA *et al.*, 2009). O necrochorume pode percolar no solo e atingir o lençol freático, contaminando locais distantes do ponto de origem (fonte pontual do lançamento) (SANTOS e MENGHINI, 2019). Ele é formado durante o período coliquativo no processo de decomposição do corpo humano.

O processo de decomposição do corpo humano (Figura 1) varia de acordo com o local em que esse é sepultado, podendo sofrer ações de fenômenos conservativos ou destrutivos. Os fenômenos conservativos são a mumificação ou a saponificação. A mumificação do cadáver ocorre de forma natural e artificial. De forma natural, acontece quando o corpo é sepultado em solos secos, arenosos, com clima quente, em regiões áridas e semiáridas. Já a forma artificial, é a prática para conservar o corpo, através do embalsamento ou uso de conservantes químicos a base de formol (PACHECO, 2000). A saponificação, no entanto, caracteriza-se pela hidrólise da gordura com a liberação de ácidos graxos (triglicerídeos), o qual inibe a decomposição do cadáver, pela influência do ambiente com elevada temperatura, umidade e ausência das bactérias anaeróbicas, tornando o cadáver intacto e com consistência untuosa e mole, com forte odor e aspecto de cera ou sabão (MATOS, 2001).

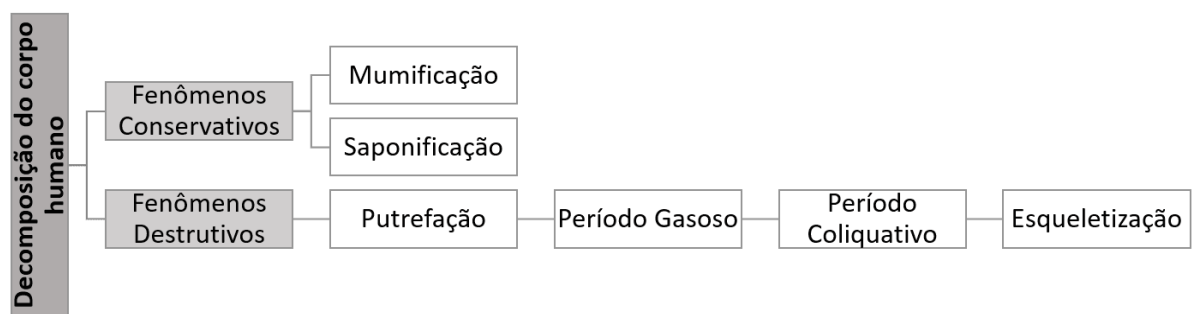


Figura 1: Fluxograma dos processos de decomposição do corpo humano.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando ocorre a decomposição natural da matéria orgânica de qualquer ser vivo, iniciam-se os processos destrutivos. A putrefação caracteriza-se pela atuação de vários microrganismos, principalmente as enterobactérias, que são as iniciadoras do processo. A decomposição natural dos cadáveres passa por período de coloração - fenômeno natural da transformação cadavérica, iniciando por uma mancha verde na região do abdômen, devido à reação de gás sulfídrico com a hemoglobina, formando a sulfometahemoglobina (MORGADO, 2018). O período gasoso é a fase em que o corpo inicia o processo de produção de gases, expelindo maus odores horas após o óbito (FRANCISCO, *et al.* 2017). No período coliquativo, os tecidos moles começam a sofrer a dissolução pela ação de bactérias decompositoras, liberando o necrochorume (SANTOS e MENGHINI, 2019). Esse processo ocorre devido à dissolução das partes moles dos membros até a completa deterioração da matéria orgânica, restando os ossos, cabelos e dentes os quais levam mais tempo para serem degradados (FRANCISCO, *et. al.*, 2017). Por fim, no período de esqueletização, ocorre a eliminação de resíduos e o desmonte do esqueleto (CAMPOS, 2007).

A produção de necrochorume pelo corpo humano é de aproximadamente 0,60 litros/quilograma, ou seja, em média um corpo adulto de 70 kg produz, durante o processo de decomposição, cerca de 30 litros de necrochorume, composto por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis (SILVA, 1998; CASTRO, 2008). Além disso, o necrochorume possui toxicidade devido à presença de amins biogênicas, como a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), pertencente ao grupo das diaminas, e a putrescina (1,4 Butanodiamina), pertencente ao grupo das poliaminas. O termo amina refere-se às bases orgânicas derivadas da

amônia e está relacionado às substâncias presentes no processo de crescimento e desenvolvimento de diversos seres vivos. Quando encontradas em níveis anormais, constituem um grupo de alta toxicidade, favorecendo o surgimento de doenças cancerígenas (PEREIRA, 2017; SOUZA, 2021).

Quando atinge mananciais de abastecimento, a contaminação da água pelo necrochorume pode acarretar diversas doenças de veiculação hídrica devido às bactérias que normalmente são excretadas por seres humanos e animais, como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, bactérias do grupo coliforme, que causam doenças de tétano, gangrena gasosa e toxinfecção alimentar. Além dessas, é possível encontrar bactérias do gênero *Salmonella typhi* - causadora da febre tifóide; *S.paratyphi* - causadora da febre paratifóide; *Shigella* - causadora da disenteria bacilar; e o vírus da hepatite A (SILVA e FILHO, 2008).

Segundo Francisco *et. al* (2017), os cemitérios podem ser comparados aos aterros sanitários, pois ambos servem para depositar a matéria orgânica e inorgânica. Os autores destacam que os cemitérios possuem como agravante a maior carga de bactérias patogênicas, devido ao extravasamento do necrochorume. Assim, a contaminação pelo necrochorume é normalmente o impacto mais relevante dos cemitérios do ponto de vista ambiental. Nos cemitérios antigos muitas vezes esse problema é agravado pelo controle e monitoramento precário, resultante da falta de políticas públicas, questão orçamentária dos municípios e dos empreendimentos privados.

Tendo como base as resoluções do CONAMA 335/2003; 368/2006 e a CETESB L1.040/1999, os requisitos para o monitoramento e atenuação do necrochorume nos cemitérios são apresentados no Quadro 1 (BRASIL, 2003; BRASIL, 2006; CETESB, 1999). Cabe destacar que a resolução do CONAMA 402/2008 dispõe que os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deveriam estabelecer até dezembro de 2010 critérios para adequação dos cemitérios existentes em abril de 2003 (BRASIL, 2008).

Quadro 1 - Necrochorume: Requisitos legais para a mitigação dos impactos relativos ao em empreendimentos novos e existentes, de acordo com a legislação vigente.

Legislação	Requisitos	Objetivo	Aplicação
CONAMA 335/2003 (BRASIL, 2003)	Estudo do nível máximo do lençol freático e sepultamentos no mínimo a 1,5 metros de profundidade do solo	Evitar que o necrochorume entre em contato com lençol freático	Empreendimento novos e existentes
	Recuo mínimo de cinco metros do perímetro da borda do empreendimento	Evitar que o necrochorume extravase na área externa	Empreendimento novos e existentes
	Exigência de mantas ou urnas biodegradáveis envolvendo os cadáveres no sepultamento	Evitar a contaminação de materiais nocivos ao meio ambiente	Empreendimento novos e existentes
CONAMA 368/2006 (BRASIL, 2006)	Proibição da instalação de cemitérios em áreas de APP e cursos d'água	Evitar a interferência nas áreas de preservação	Novos empreendimentos
	Rede de drenagem na área interna para o escoamento superficial da água	Evitar possíveis alagamentos e erosões no solo	Empreendimento novos e existentes
	Permeabilização ao fundo das sepulturas	Evitar o contato do necrochorume com o solo	Novos empreendimentos
CETESB L1.040/1999 (CETESB, 1999)	Curvas de níveis a cada metro na área do empreendimento	Controlar o escoamento superficial e erosão na área interna	Novos empreendimentos
	Sondagens mecânicas e ensaios de infiltração no solo dos empreendimentos	Avaliar o processo de infiltração no solo	Novos empreendimentos
	Instalação de poços d'água na área a jusante dos sepultamentos	Monitorar e avaliar a contaminação do lençol freático	Empreendimento novos e existentes

A instalação de poços de monitoramento no espaço interno dos cemitérios é essencial para o monitoramento de possível contaminação da água subterrânea pelo necrochorume. Segundo a CETESB (1999), as águas dos poços deverão ser amostradas e analisadas antes do início da operação e a cada trimestre para o estabelecimento da qualidade do aquífero freático, de acordo com os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Essas análises devem conter os seguintes parâmetros: condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza total, pH, cor aparente, cloretos, cromo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas.

O solo influencia diretamente na retenção e carregamento dos microrganismos presentes no necrochorume em direção ao lençol freático. Nos locais com intensa precipitação, por exemplo, há um aumento da infiltração e do escoamento superficial, o que pode favorecer a contaminação dos mananciais distantes dos cemitérios (MARTINS *et al.*, 1991). Portanto, o monitoramento do necrochorume através de poços é fundamental para minimizar esse impacto, trazendo segurança para a população e qualidade para os corpos d'água.

Resíduos Sólidos

A atividade cemiterial gera resíduos em suas diferentes etapas e o gerenciamento deve ser realizado de acordo com as suas características, buscando evitar danos ambientais. De acordo com o estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, lei nº 12.305 de 2010, os empreendimentos geradores de resíduos sólidos devem elaborar seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), os quais contém, entre outros, o diagnóstico dos resíduos gerados e a definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento. Entretanto, a PNRS não trata especificamente a questão dos resíduos de cemitérios (BRASIL, 2010).

A resolução CONAMA 335/2003 não estabelece formas de gerenciamento dos resíduos, mas define, em seu artigo 9º, que os resíduos sólidos não humanos, resultantes da exumação dos corpos, deverão ter destinação ambiental e sanitária adequada. Assim, cabe aos empreendimentos proceder com a segregação, classificação e destinação final (BRASIL, 2003).

A classificação dos resíduos de exumação ainda é motivo de divergência entre os órgãos ambientais. No estado de São Paulo, a resolução da Secretaria de Saúde nº 28 de 25/03/2013 classifica os resíduos sólidos da exumação como não perigosos devido ao tempo de decomposição desse resíduo, em torno de 3 a 5 anos. A resolução dispõe que esses resíduos devem ter destinação ambiental e sanitária adequada, em aterro sanitário de resíduos domiciliares ou equivalente (SÃO PAULO, 2013). De modo geral, os órgãos ambientais solicitam o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais – PGRSE para o gerenciamento geral dos resíduos em cemitérios.

Além do processo de exumação, a maioria dos resíduos gerados em cemitérios são os paisagismos, objetos de lembranças, manutenção dos túmulos, entre outros. Além desses, destacam-se os resíduos derivados da varrição, poda de árvores, capinas, restos de coroas de flores, vasos de plantas, garrafas de água descartável, copos plásticos, caixas de velas, metal ou vidros, resíduos sanitários e de construção civil. Batista e Lopes (2014) citam ainda resíduos como lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias utilizadas no espaço interno dos cemitérios,

como salas de velórios, refeitórios e escritórios, latas de tintas ou verniz para a manutenção das cores dos túmulos.

No Quadro 02 é possível identificar os principais resíduos gerados nas atividades dos cemitérios, sua classificação de acordo com a Norma 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e as alternativas de tratamento e disposição (ABNT, 2004; BATISTA e LOPES, 2014).

Os resíduos provenientes de vítimas da pandemia do COVID-19 são tratados como resíduos do serviço de saúde. O vírus SARS-CoV-2 é classificado como um agente biológico classe de risco 3 de acordo com a RDC nº 222/2018, o que significa que o mesmo possui alto risco individual e moderado risco para a comunidade. Essa categoria inclui:

Os agentes biológicos que possuem capacidade de transmissão por via respiratória e que causam patologias humanas ou animais, potencialmente letais, para as quais existem usualmente medidas de tratamento ou de prevenção. Representam risco se disseminados na comunidade e no meio ambiente, podendo se propagar de pessoa a pessoa (ANVISA, 2018).

Assim, os resíduos infectantes provenientes de indivíduos atendidos em unidades de assistência à saúde, suspeitos ou confirmados pelo COVID-19, são classificados na categoria A1, que se refere aos resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção (ANVISA, 2018).

A etapa de gerenciamento de resíduos é de suma importância para garantir o compromisso social, ambiental e sanitário do empreendimento. Além disso, quando não se faz o gerenciamento adequado, ele pode causar vários transtornos, entre eles, abrigo e esconderijos para animais, proliferação de vetores transmissores de doenças, impactos visuais e o desrespeito com os familiares dos entes sepultados no local. Contudo, para cumprir o PGRS, é necessário que todos envolvidos sigam o modelo de gestão, dentro das normas de segurança no trabalho, desde a segregação, acondicionamento, logística de transporte até a destinação final.

Quadro 2 - Principais resíduos gerados nos cemitérios, classificação conforme a ABNT NBR 10.004/2004, e possíveis alternativas de tratamento e destinação final.

Atividades Geradoras	Resíduos	Classificação ¹	Tratamento	Destinação Final
Todo espaço do empreendimento	Lâmpadas fluorescentes	Classe I	Descontaminação	Aterro Classe I
Área administrativa	Pilhas ou baterias		Encapsulamento	
Manutenção dos jazigos	Metais, latas de tintas ou vernizes		Descontaminação	
	Resto de tintas ou vernizes		Neutralização	
	EPI's e embalagens de produtos tóxicos	Incineração		
	Construção civil	Classe II-B	Triagem	Aterro de resíduos de construção civil
Limpezas dos ambientes internos e externos	Vidros oriundos de quadros, entre outros.	Classe II-B		Reciclagem
	Poda de árvores, matéria orgânica de varrição e capina	Classe II-A	Não se aplica	Aterro Classe II
	Vasos plásticos de plantas, garrafas descartáveis, copos plásticos, embalagens de velas, entre outros.		Triagem	Reciclagem
Processo de exumação	Roupas, cabelos, ossos, resto de caixões, edredons, pertences dos falecidos			Não se aplica
Ambientes internos	Sanitários			

Fonte: Elaboração pelos autores. 1 Classe I: Perigosos; Classe IIA: Não perigosos não inertes; Classe IIB: Não perigosos inertes.

Impactos Sociais

Segundo Kovács *et al.* (2014), os rituais funerários são muito importantes e presentes nos dias atuais, pois, para os religiosos, há o descanso da alma e, para os enlutados, há certeza de que os mortos repousam em paz. Diante disso, os profissionais funerários e todos que estão próximos aos cemitérios estão diretamente ligados a esses processos, exercendo suas atividades e convivendo com as pressões emocionais do luto.

Os impactos psicológicos das pessoas que vivem próximas aos cemitérios incluem o medo da morte e comoção por estarem diretamente ligadas às situações que envolvem o processo pós morte (AQUINO e CRUZ, 2010). Segundo Pacheco (2020), os cemitérios estão frequentemente localizados próximos à população de baixa renda, especialmente nos grandes centros urbanos. Assim, a precariedade do espaço urbano, má infraestrutura e a carência de arborização contribuem para uma visão não agradável do local.

Dessa forma, o Estado deve considerar a criação de políticas públicas a respeito dos processos que envolvem os cemitérios, tais estudos de impacto de vizinhança, viabilidade para funerárias, educação ambiental, fiscalização e monitoramento constante das atividades. No território brasileiro, não há nenhuma legislação específica que disponha sobre os impactos sociais em ambientes de cemitérios. Esses impactos são considerados nos Estudos de Impacto Ambiental, conforme a legislação pertinente sobre o tema (BRASIL, 1986).

Em relação aos agentes funerários, eles lidam constantemente com situações de estresse e vulnerabilidade na carreira profissional. Essas pessoas vivem diretamente ligadas aos riscos da saúde física e psicológica, tanto pela contaminação microbiológica, situações insalubres e questões emocionais (KOVÁCS *et al.*, 2014). Para mitigar os impactos mencionados, esses trabalhadores devem receber assistência psicológica, por meio de atendimentos individuais ou em grupos, realização de palestras e discussões. A mobilização dos responsáveis pela gestão dos cemitérios é essencial para que esses tipos de práticas contribuam para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores. Além disso, ressalta-se a necessidade de reforçar o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI 's) e da divulgação de práticas de primeiros socorros. Por fim, a educação é uma das ações importantes para a criação de estratégias de mitigação dos impactos socioambientais e sanitários dos cemitérios, e, assim, para preservar a dignidade dos falecidos e familiares (COSTA e CUSTÓDIO, 2015).

Proliferação de vetores

A presença de água parada em qualquer tipo de recipiente é um dos principais fatores para o desenvolvimento dos vetores transmissores de doenças que atingem os seres humanos. Os cemitérios são um local propício para a proliferação de vetores e, portanto, as pessoas que frequentam e convivem com os cemitérios podem estar expostas a esse risco (OLIVEIRA, 2010).

Cemitérios tradicionais, localizados nos centros das cidades e com túmulos a céu aberto, são mais suscetíveis à proliferação de vetores, devido à ausência de áreas verdes, precariedade de critérios estéticos e urbanísticos. É comum as pessoas levarem vasos de flores ou outros elementos decorativos para realçar o visual do local, a fim de deixar o ambiente aconchegante e alegre. Contudo, esse ato pode resultar em acúmulo de água nos recipientes colocados nos túmulos, o qual torna o ambiente favorável à proliferação de mosquitos e outros tipos de insetos. A picada do mosquito pode causar incômodo e reações de hipersensibilidade, além de transmitir doenças muito comuns no Brasil. Alguns desses vetores encontrados na área urbana são o *Culex quinquefasciatus*, que pode transmitir arboviroses e causam encefalites, e o *Aedes aegypti*, principal transmissor da febre amarela e dengue, podendo ocasionar óbitos (OLIVEIRA, 2010).

No ambiente interno dos cemitérios sempre é possível encontrar orifícios nos túmulos e gavetas, principalmente nas redes de drenagem e bueiros. Esses locais geralmente são escuros e úmidos, de fácil desenvolvimento e alojamento de pragas como escorpiões e baratas, necessitando, portanto, do controle de pragas (CAMPOS, 2007). Para o controle, pode-se utilizar medidas de controle de pragas, tanto usadas em saúde pública, como na agricultura (BRASIL, 2001). Nos cemitérios, normalmente adota-se o controle mecânico - como a drenagem e destruição de criadouros, coleta e destino adequado dos resíduos; ou, controle químico - uso de produtos químicos para eliminar ou controlar a proliferação de vetores de doenças e pragas.

A melhor forma de prevenir o desenvolvimento de larvas dos mosquitos transmissores de doenças é impedir o acúmulo de água, através do preenchimento com cimentos, terras, areia ou pedriscos até a parte superior dos recipientes (OLIVEIRA, 2010). Já a infestação de baratas e escorpiões, podem ser reduzidas com o controle de iscas, armadilhas e pulverização com inseticidas, seguindo a orientação do uso adequado de aplicação dos produtos químicos, juntamente com os fatores de segurança, tais equipamentos de proteção individual - EPI 's e a destinação correta das embalagens (GALLAFASSI, 2010).

A limpeza constante nos ambientes propícios ao surgimento de vetores contribui para a gestão do empreendimento de forma simples e barata. Uma das dificuldades para a adoção dessa medida é a contratação de mão de obra, o que impossibilita a prática em cemitérios municipais de cidades com recursos econômicos escassos. Contudo, práticas que inibem o surgimento de vetores transmissores de doenças devem ser aplicadas com frequência para garantir que os problemas epidemiológicos não se disseminem nas proximidades dos cemitérios.

Meios alternativos

Os cemitérios verticais são vistos como uma alternativa para atender a demanda do crescimento populacional. Segundo Betiatto, Souza e Bini (2015), esse empreendimento precisa conter lóculos que sejam eficientes para não expelir gases, odores e líquidos oriundos da decomposição nas proximidades, para que o necrochorume não tenha contato com o solo e água.

Além dos cemitérios tradicionais, o crematório é uma das opções para a destinação de cadáveres humanos, onde eles são incinerados em temperaturas muito altas. Nesse processo, a matéria orgânica é volatilizada, restando apenas a parte inorgânica resistente ao calor, na forma de cinzas, que são entregues aos familiares após sete dias em uma urna apropriada como forma de lembrança (PINHEIRO, 2018). Segundo Betiatto, Souza e Bini (2015), a cremação possui vantagens como a não interferência do necrochorume, porém existe pouca aceitação por questões sociais, religiosas e culturais.

Os demais processos de destinação de corpos humanos podem ser pela hidrólise alcalina e liofilização. A hidrólise alcalina consiste em uma alternativa ecológica para a cremação, pois, nesse processo, o corpo é imerso em água e hidróxido de potássio, submetido em alta pressão, resultando apenas os ossos moídos no final do processo. O processo de liofilização, conhecido como compostagem, é o congelamento do cadáver até -18°C , introduzindo nitrogênio líquido no caixão e expondo a uma pequena vibração até desintegrar-se em pó. No final desse processo, o pó pode ser enterrado superficialmente, transformando-se em adubo no período de 6 a 12 meses. Entretanto, esses processos são novidade no Brasil e pouco cobijados pelo alto investimento e a resistência do público, devido às crenças religiosas e os costumes (CRUZ *et al.*, 2015).

Considerações finais

Os cemitérios são empreendimentos necessários para toda a sociedade e, em decorrência da sua presença nos perímetros urbanos, a identificação dos aspectos e impactos ambientais nesses locais é de suma importância. Os aspectos ambientais fazem parte do processo e rotina desses locais e, portanto, precisam ser controlados e monitorados para não causarem danos ao meio ambiente.

Destaca-se como possíveis impactos ambientais dos cemitérios: a contaminação do solo e da água pelo necrochorume e pelos resíduos sólidos gerados nas atividades cimiteriais, impactos sociais, e proliferação de vetores. Nesse sentido, o monitoramento e o controle do necrochorume, a elaboração e cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, a limpeza constante do local, e o cuidado com os trabalhadores são ações necessárias para a manutenção da qualidade sanitária, do bem-estar e da segurança dos usuários e do meio ambiente.

Referências bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222 de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Brasília: *Diário oficial da União*, 29.03.2018. 2018.
- AQUINO, J. R. F.; CRUZ, M. J. M. Os riscos ambientais do cemitério do Campo Santo, Salvador, Bahia, Brasil. *Cadernos de Geociências*. v. 07, p. 19-30, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação*. Rio de Janeiro, p. 77, 2004.
- BATISTA, T. S. K. LOPES, F. L. A Importância da Gestão dos Resíduos Sólidos em Cemitérios. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 5, n. 3. p. 22 - 35, 2014.
- BETIATTO, A. C; SOUZA, F. X; BINI, M. C. A morte, a atividade cimiterial e o meio ambiente. *Revista Gespevida*, v. 01. p. 121-141. 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 2 de agosto de 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. *Controle de Vetores, Procedimentos de Segurança*. pág. 187. Brasília, DF. Novembro de 2001.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 17 de fevereiro de 1986.
- BRASIL. Resolução do CONAMA nº 335, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 28 de março de 2003. Seção nº 101. Página 98-99.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da resolução nº 335 de 03 abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 29 de março de 2006. Seção nº 061. Página 149-150.

BRASIL. Resolução do CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da resolução nº 335 de 03 abril de 2003. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF. 17 novembro de 2008. Seção nº 224. Página 66.

CAMPOS, A. P. S. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. 2007. *Dissertação* (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CASTRO, D. L. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim, Fortaleza – CE. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 26, p. 251-271, 2008.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. L 1.040 - *Implantação de Cemitérios*. São Paulo. Pág. 07. 1999.

COSTA, B. S. CUSTÓDIO, M. M. A Cultura da Morte no Brasil: Os Impactos Ambientais Causados pelos Cemitérios ao Meio Ambiente e aos Seres Humanos. *Direito Ambiental IV*, p. 224-248. 2015.

CRUZ, N. J. T. LEZANHA, A. G. R. SANTOS, P. C. F. ZANCAN, C. PINTO, I. M. B. S. Cemitérios, Crematórios e Novas Tecnologias Fúnebres: Impactos Ambientais e Preferências Post-Mortem na Cidade de Maceió-AL. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. v. 6, 2015.

FERRARI, J. N; PAULINO, N. C; PIOTROWISK, A. P. G; SABONARO, M. Z; SABONARO, D. Z. Cemitérios horizontais e verticais: Peculiaridades, impactos ambientais e melhores práticas. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 13, n. 2, p. 681-688, 2015.

FRANCISCO, A. M; SILVA, A. K. G; SOUZA, C. S; SANTOS, F. C. S. Tratamento do necrochorume em cemitérios. *Atas de Saúde Ambiental*, v. 5, p. 172-188, 2017.

GALLAFASSI, S. F. *Avaliação de inseticidas no controle de periplaneta americana (dictyoptera: blattidae) em cemitério*. Monografia para obtenção de título de (Especialista em Entomologia Urbana). Universidade Estadual Paulista - UNESP "Júlio de Mesquita Filho" Instituto de Biociências - Rio Claro, 2010.

GARCIA-REJON, J. E.; ULLOA-GARCIA, A.; CIGARROA-TOLEDO, N.; PECH-MAY, A.; MACHAIN-WILLIAMS, C.; CETINA-TREJO, R. C.; TAVAVERA-AGUIAR, L. G.; TORRES-CHABLE, O. M.; NAVARRO, J. C.; BAAK-BAAK, C. M. Study of *Aedes aegypti* population with emphasis on the gonotrophic cycle length and identification of arboviruses: implications for vector management in cemeteries. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 60, 2018.

GWENZL, W. Autopsy, thanatopraxy, cemeteries and crematoria as hotspots of toxic organic contaminants in the funeral industry continuum. *Science of The Total Environment*, v. 753, p. 141819, 2021.

KOVÁCS, M. J.; VAICIUNAS, N.; ALVES, E. G. R. Profissionais do Serviço Funerário e da Questão da Morte. *Psicologia: Ciência e Profissão*. p. 940-954, 2014.

MARTIM, A. G; ANGELIS, B. D; NETO, G. A; SILVA, F. F. Análise da arquitetura tumular do cemitério jardim municipal de Maringá, Estado do Paraná. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 475-486, 2016.

MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO, A.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N. R. S.; MENDES, J.M. M.; HASSUDA, S. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. *Revista Saúde Pública, São Paulo*, p. 47-52, 1991.

MATOS, B. A. *Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo*. 2001. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2021.

MOHAMMED, M. A.; ABUDEIF, A. M. Use of the geophysical approaches for studying the environmental impact assessment of the human burying techniques to the soil and groundwater: A case study of Geheina cemeteries, Sohag, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, v. 172, p. 104010, 2020.

MORGADO, R. A. G. *Inumação em modelos de consumpção aeróbia: estudo tafonómico das consequências da utilização de caixão e acelerador enzimático na decomposição*. 2018. Dissertação (Mestrado em Evolução e Biologia Humanas) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2018. Disponível em: <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/86167/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Rui%20Morgado.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2022.

MYŚLIŃSKA, A.; SZCZEPAŃSKI, J.; DŁUBAKOWSKI, W. The Impact of Decommissioning Cemeteries on the Urban Ecosystem. *Sustainability*, v. 13, n. 16, p. 9303, 2021.

NECKEL, A.; KORCELSKI, C.; KUJAWA, H. A.; DA SILVA, I. S.; PREZOTO, F.; AMORIM, A. L. W.; MACULAN, L. S.; GONÇALVES, A. C.; BODAH, E. T.; BODAH, W.; DOTTO, G. L.; SILVA, L. F. Hazardous elements in the soil of urban cemeteries; constructive solutions aimed at sustainability. *Chemosphere*, v. 262, p. 128248, 2021.

OLIVEIRA, C. C. *Levantamento de imaturos de espécies de mosquitos (Diptera: Culicidae) e análise das medidas preventivas em relação ao acúmulo de água no Cemitério Campo Grande, São Paulo, SP*. Monografia para obtenção do título de (Especialista em Entomologia Urbana). Universidade Estadual Paulista - UNESP. Instituto de Biociências - Rio Claro, 2010.

PACHECO, Alberto. *Cemitério e meio ambiente*. 2000. Tese (Livre Docência em Geologia Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PEREIRA, F. D. C. *Estudo dos efeitos biológicos da poliamina putrescina em diferentes organismos-teste*. Tese (Doutor em Ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista - UNESP "Júlio de Mesquita Filho" Instituto de Biociências - Rio Claro, 2017.

PINHEIRO, T. M. Contaminação ambiental causada pelo necrochorume proveniente de cemitérios. *Inovae*. v. 6, p. 141-17, 2018.

SANTOS, G. D. C. MENGHINI, R. P. Impactos Ambientais Negativos Causados por Necrópoles e Proposta de Mitigação. *Atas de Saúde Ambiental*, v. 07, p. 172-183, 2019.

SILVA, R.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. *Brazilian Journal of Environmental Sciences*, n. 09, p. 26-35, 2008.

SWENSEN, G. Between romantic historic landscapes, rational management models and obliterations—urban cemeteries as green memory sites. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 33, p. 58-65, 2018.

SÃO PAULO. Resolução SS Nº 28 DE 25/03/2013. Norma Técnica que disciplina os serviços de necrotério, serviço de necropsia, serviço de somatoconservação de cadáveres, velório, cemitério e as atividades de exumação, cremação e transladação, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado - São Paulo*. São Paulo, SP. 26 de março de 2013.

SILVA, R. W. C; FILHO, M. W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. p. 26-35. 2008.

SILVA, R. W. C; FILHO, W. M; MOREIRA, C. A. Emprego do método da eletrorresistividade no estudo de contaminação subterrânea do cemitério municipal de Vila Rezende, Piracicaba-SP. *Revista Brasileira de Geofísica*. v. 27, p. 389-399, 2009.

SOUZA, L. R. D. *Citogenotoxicidade de solo contaminado por necrochorume e toxicidade de amins biogênicas derivadas de processos putrefativos*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências, Rio Claro, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1998. *The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health: An Introductory Briefing*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Regional Office for Europe EUR/ICP/EHNA, pp. 1–11, 01 04 01 (A).

¹Ricardo José da Silveira. Gestor Ambiental. honorio88casa@gmail.com;

²Thayrinne Marcella Borges Alves. Mestre em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. thayrinnem@hotmail.com;

³Eduarda Oliveira Reis. Doutora em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Eduarda.reis@ifsuldeminas.edu.br;

^{1,2,3}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Sul de Minas - Praça Tiradentes, 416 - Centro - Inconfidentes - MG - CEP 37576-000

Este artigo:

Recebido em: 11/2021

Aceito em: 03/2022

Como citar este artigo:

SILVEIRA, Ricardo José da; ALVES, Thayrinne Marcella Borges; REIS, Eduarda Oliveira. Monitoramento e controle dos impactos ambientais em cemitérios: uma revisão bibliográfica. *Revista Scientia Vitae*, v.13, n.37, ano 9, p. 01-15, abr./mai./jun. 2022.