

**Caracterização do cemitério público vertical biosseguro localizado no município de
Santa Bárbara (Minas Gerais)**

**Characterization of biosafety vertical public cemetery located in Santa Barbara (Minas
Gerais)**

**Caracterización del cementerio público vertical biosseguro ubicado en Santa Barbara
(Minas Gerais)**

Recebido: 14/12/2019 | Revisado: 29/01/2020 | Aceito: 16/02/2020 | Publicado: 29/02/2020

Alef Soares Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0715-2352>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: alefsoares@gmail.com

Rodolpho de Melo Aquino

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5255-2227>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: rmrodolpho@hotmail.com

Juni Silveira Cordeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9371-8385>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: juni.cordeiro@funcesi.br

Resumo

A forma de sepultamento mais utilizada desde a Idade Média são os cemitérios tradicionais que, além de demandarem áreas extensas para sepultamento dos corpos, consistem em potenciais fontes de poluição, dada a presença de necrochorume. Nesse contexto, visando eliminar os problemas associados à escassez de espaço físico verificada no cemitério tradicional, foi implantado no município de Santa Bárbara (MG) um cemitério vertical biosseguro. Assim, este trabalho objetivou caracterizar esse modelo de sepultamento e avaliar a relação entre os cemitérios vertical e o horizontal. Como metodologia utilizou-se a análise de documentos relacionados à construção e operação dos cemitérios horizontal e vertical, além da pesquisa de campo para observação do funcionamento do sistema associado ao cemitério vertical biosseguro. Notou-se que o cemitério vertical utiliza materiais ecológicos para fabricação dos lóculos, lápides e das urnas ossuárias, que não permitem a passagem de

gases e nem vazamentos dos líquidos provenientes da decomposição dos corpos. Além disso, o cemitério vertical biosseguro possui uma central para o tratamento dos gases envolvendo as etapas de absorção, dissociação e adsorção, devolvendo-os ao meio ambiente novamente sem odores. Ressalta-se que com implantação do modelo de cemitério vertical, a vida útil do espaço foi estendida para mais de 50 anos, sendo que no modelo tradicional a vida útil era de no máximo 2 anos. Por fim, mostra-se necessária a busca por novas tecnologias que minimizem os impactos ambientais negativos desencadeados pelos cemitérios.

Palavras-chave: Impacto ambiental; Poluição ambiental; Necrochorume; Necrópole. Sustentabilidade.

Abstract

The most widely used form of burial since the Middle Ages are traditional cemeteries which, in addition to demanding extensive areas for burial of bodies, consist of potential sources of pollution, given the presence of necrochorume. In this context, aiming to eliminate the problems associated with the scarcity of physical space verified in the traditional cemetery, a biosecurity vertical cemetery was implanted in the municipality of Santa Barbara (MG). Thus, this work aimed to characterize this model of burial and to evaluate the relationship between vertical and horizontal cemeteries. The methodology used was the analysis of documents related to the construction and operation of horizontal and vertical cemeteries, as well as field research to observe the operation of the system associated with the biosecurity vertical cemetery. It was noted that the vertical cemetery uses ecological materials for the manufacture of locules, tombstones and ossuary urns, which do not allow the passage of gases or leakage of liquids from the decomposition of bodies. In addition, the biosecurity vertical cemetery has a central for the treatment of gases involving the absorption, dissociation and adsorption steps, returning them to the environment again without odors. It is noteworthy that with the implementation of the vertical cemetery model, the useful life of the space was extended to over 50 years, and in the traditional model the service life was at most 2 years. Finally, it is necessary to search for new technologies that minimize the negative environmental impacts triggered by cemeteries.

Keywords: Necrochorume; Environmental impact; Environmental pollution; Necropolis; Sustainability.

Resumen

La forma de entierro más utilizada desde la Edad Media son los cementerios tradicionales que, además de requerir grandes áreas para el entierro, consisten en posibles fuentes de contaminación, dada la presencia de necrochorume. En este contexto, para eliminar los problemas asociados con la escasez de espacio físico encontrado en el cementerio tradicional, se implementó un cementerio vertical de bioseguridad en Santa Bárbara (MG). Así, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar este modelo de entierro y evaluar la relación entre los cementerios verticales y horizontales. La metodología utilizada fue el análisis de documentos relacionados con la construcción y operación de cementerios horizontales y verticales, así como la investigación de campo para observar la operación del sistema asociado con el cementerio vertical de bioseguridad. Se observó que el cementerio vertical utiliza materiales ecológicos para fabricar lóculos, lápidas y urnas de osario, que no permiten el paso de gases o fugas de líquidos de la descomposición de los cuerpos. Además, el cementerio vertical de bioseguridad tiene una central para el tratamiento de gases que implican los pasos de absorción, disociación y adsorción, devolviéndolos al ambiente nuevamente sin olores. Cabe destacar que, con la implementación del modelo de cementerio vertical, la vida útil del espacio se extendió a más de 50 años, y en el modelo tradicional la vida útil fue de 2 años como máximo. Finalmente, es necesario buscar nuevas tecnologías que minimicen los impactos ambientales negativos provocados por los cementerios.

Palabras clave: Impacto ambiental; Contaminación ambiental; Necrochorume; Necrópolis; Sostenibilidad.

1. Introdução

Uma grande parte da população não analisa a morte como um processo natural da existência, pois são criados laços afetivos ao longo da vida que impedem as pessoas de discutirem esse assunto. Originada na Idade Média, a palavra cemitério vem do grego koumeterian, e do latim coemeteriun significando recinto após a morte, onde se enterram, guardam os corpos, local onde se dorme ou dormitório (Campos, 2007).

De acordo com Nogueira, Costa Junior e Coimbra (2013), no passado, pessoas com influência política e religiosa eram sepultadas no interior das igrejas, enquanto as pessoas “não católicas” tais como protestantes, judeus, mulçumanos escravos e condenados, eram sepultadas em espaços a céu aberto, denominados cemitérios.

Como consequência da sua complexidade, os locais utilizados para sepultamento variam quanto às suas estruturas, podendo ser destacadas duas formas principais de

necrópoles, comumente chamadas de horizontal (ou tradicional) e vertical, que se diferenciam com relação ao impacto ambiental e acolhimento da comunidade local (Matos, 2001)

Os cemitérios tradicionais são localizados em área descoberta, compostos por alamedas pavimentadas, túmulos semienterrados, mausoléus e capelas com altar (Campos, 2007). Destaca-se que a inumação é a forma de sepultamento mais comum nos cemitérios tradicionais, consistindo em enterrar ou sepultar os corpos diretamente no solo. Essa forma de sepultamento possibilita a decomposição e o desaparecimento dos corpos, segundo as regras que satisfazem às exigências de higiene pública (Pacheco, 2012).

Neste tipo de sepultamento, têm-se como vantagem a facilidade de decomposição, uma vez que o corpo está em contato com o solo (Campos, 2007). Por outro lado, de forma geral, os cemitérios tradicionais possuem várias desvantagens como a possibilidade de contaminação do solo e das águas e ocupação de grande área (Pacheco, 2012).

Para suprir a falta de espaço, foram criados os cemitérios verticais, construídos em um nível acima do solo, nos quais os corpos são sepultados em gavetas posicionadas na vertical. As gavetas ficam uma ao lado da outra, se sobrepondo, formando andares, sendo que a circulação de visitantes é realizada por meio de escadas, corredores e elevadores (Palma & Silveira, 2011).

Os cemitérios verticais apresentam como principais vantagens a utilização de menores áreas para sua construção, ausência de interferência do necrochorume junto ao solo e às águas subterrâneas, facilidade de sepultamento e segurança (Campos, 2007). Por outro lado, os cemitérios verticais impactam na diminuição de áreas permeáveis; geração de resíduos sólidos, principalmente no dia de finados; apresentando ainda custo elevado considerando sua implantação (Albertin et al., 2013).

De modo geral, os cemitérios tradicionais são potenciais fontes de poluição dos solos e dos recursos hídricos dada a presença do necrochorume, um composto liberado durante o processo de putrefação dos corpos, sobretudo no primeiro ano de sepultamento (Pacheco, 2012).

De modo geral o necrochorume apresenta-se como um líquido turvo de coloração acinzentada-acastanhada com viscosidade superior à da água. Estima-se 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 (C₄H₁₂N₂) e a cadaverina (C₅H₁₄N₂) (Carneiro, 2009).

Ressalta-se ainda que as bactérias, vírus e substâncias químicas ingeridas durante a vida do corpo em decomposição, misturam-se ao necrochorume. Assim, se este líquido for

lixiviado e percolado pode causar a contaminação do solo e mananciais, gerando assim um risco de proliferação de doenças (Pacheco, 1986).

Além disso, devido a expansão urbana e a dificuldade de obtenção do licenciamento para novas áreas destinadas a construção de cemitérios horizontais, a escassez de espaço físico torna-se comum nas necrópoles já em utilização, sendo necessária a busca de novas alternativas para otimização das áreas já licenciadas.

Dessa forma, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 335/2003 estabeleceu diretrizes a fim de impulsionar o emprego de equipamentos e tecnologias mais eficientes no processo de sepultamento de cadáveres, visando diminuir a geração de poluentes e impactos negativos, possibilitando a criação de alternativas tecnológicas para a destinação dos corpos (Brasil, 2003).

A cidade de Santa Bárbara, localizada a 100 km de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais, após vários anos utilizando como forma de sepultamento o modelo de cemitério horizontal, ao verificar a escassez de espaço físico para este fim, se tornou pioneira no país a ter um cemitério vertical biosseguro público.

Dentre as definições relacionadas ao modelo de necrópole implantado na cidade, destaca-se o Art. 15 do Decreto nº 3445/2017 que determina que a partir de 01 de dezembro de 2017 os sepultamentos realizados devem utilizar as gavetas do sistema No-Leak, que consiste em um sistema biosseguro com controle de estanqueidade e tratamento de gases por dissociação molecular. Contudo, as pessoas que possuem jazigos familiar poderão optar pelo sistema atual ou pela inumação na sepultura familiar (Santa Bárbara, 2017).

Além disso, o Decreto nº 3445/2017 prevê a proibição da comercialização das gavetas utilizadas para inumação em modelo vertical de necrópole uma vez que são utilizadas por tempo determinado para cada sepultamento. O tempo de decomposição dos corpos é de 3 anos, e após esse período, os restos cadavéricos são transportados para um ossuário, gerando ociosidade para um novo sepultamento (Santa Bárbara, 2017).

Neste contexto, este trabalho buscou caracterizar o modelo de cemitério vertical biosseguro localizado em Santa Bárbara (MG) e avaliar a relação entre o cemitério vertical e o horizontal na cidade, tendo em vista que os dois modelos estão em operação.

2. Metodologia

Este trabalho teve cunho qualitativo, que segundo Minayo (2001), é aquele que busca a compreensão de um grupo social, tendo como resultado um aprofundamento das relações,

processos e fenômenos que não podem ser quantificados. Esta abordagem mostrou-se adequada para esta pesquisa, visto que foi realizada a caracterização ambiental do cemitério público vertical biosseguro da cidade de Santa Bárbara (MG) edificado no ano de 2017.

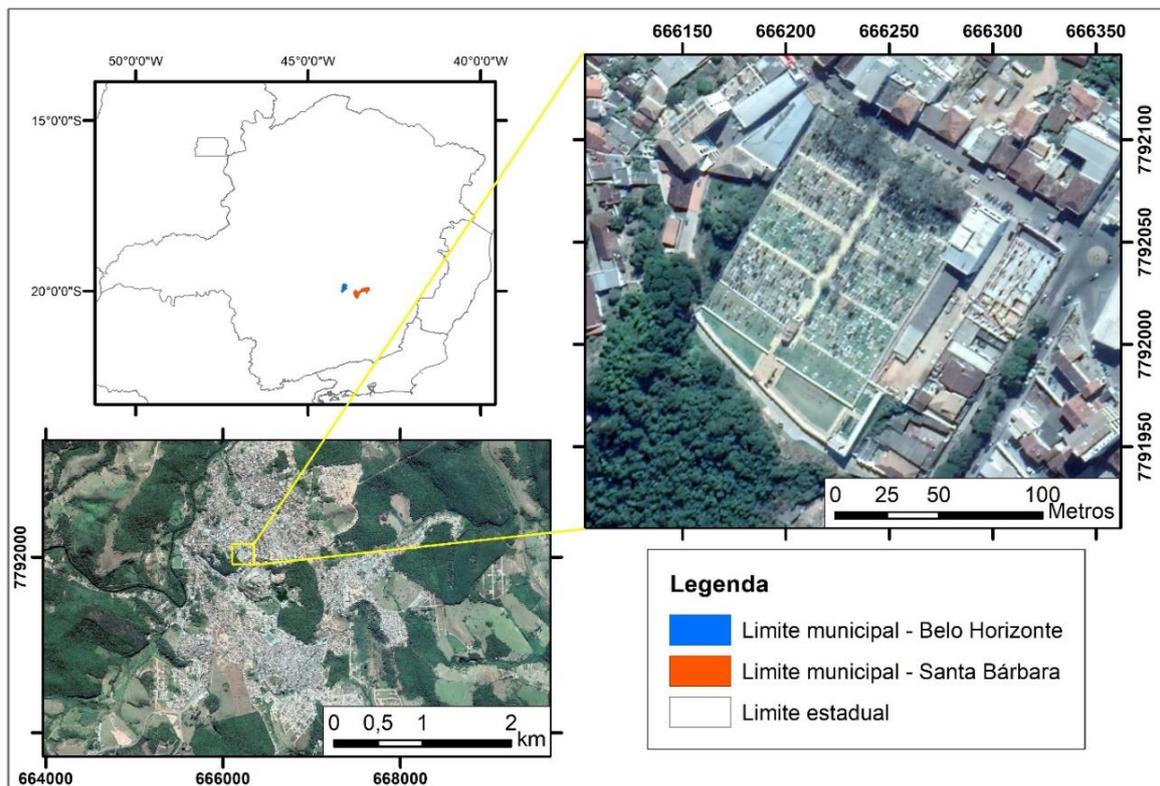
A pesquisa foi descritiva, uma vez que visou descrever as características da necrópole vertical de Santa Bárbara. De acordo com Vergara (1998), a pesquisa descritiva consiste na caracterização de fenômenos ligados a determinados fatos ou público, estabelecendo ligação entre acontecimentos e suas essências, visando identificar seus aspectos negativos e positivos.

Os métodos empregados foram a pesquisa documental e de campo. A pesquisa documental, segundo Marconi e Lakatos (2011), é restrita a análise de documentos em geral, denominados fontes elementares. Assim, a pesquisa documental foi composta pela análise dos documentos relacionados ao planejamento de construção do cemitério biosseguro e operação dos cemitérios horizontal e vertical da cidade de Santa Bárbara (MG).

A pesquisa de campo é definida por Gerhardt e Silveira (2009) como aquela indicada para resoluções de problemas quando se tem pouca informação sobre estes. Assim, foi realizada uma visita à necrópole no mês de maio de 2019 para observação do funcionamento do sistema.

A amostra desta pesquisa correspondeu ao cemitério da cidade de Santa Bárbara (MG), (Figura 1), localizado na área urbana do município, possuindo a área aproximada de 12.061 m², composto pelos modelos de sepultamento horizontal e vertical.

Figura 1 - Localização do cemitério municipal de Santa Bárbara (MG)



Fonte: Modificado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010); Google Earth (2019).

Os instrumentos de coleta de dados corresponderam aos documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Santa Bárbara (MG) relacionados ao modelo de necrópole, tais como o plano de ação adotado na construção do sistema, manual de operação da empresa construtora, controle dos sepultamentos realizados no cemitério e planilha de custos do processo.

Outro instrumento empregado foi a observação assistemática que, segundo Paiva (1975), é feita de forma livre, com anotações e registros fotográficos para melhor compreensão da temática do estudo. Dessa forma, nessa pesquisa foi observada a operação do modelo de sepultamento vertical biosseguro, como por exemplo, das gavetas e tratamento dos gases utilizados.

O tratamento de dados ocorreu por meio da análise de conteúdo que segundo Olabuenaga e Ispizúa (1989), é uma técnica para interpretar diversos segmentos de documentos que, feita assertivamente fornece conhecimentos de fenômenos inacessíveis em outras metodologias. Assim, a partir da análise dos documentos e observações realizadas em campo, foi realizada a correlação entre a legislação e as práticas desenvolvidas no município de Santa Bárbara (MG), identificando os impactos gerados pelo sistema de necrópole biosseguro.

3. Resultados e discussão

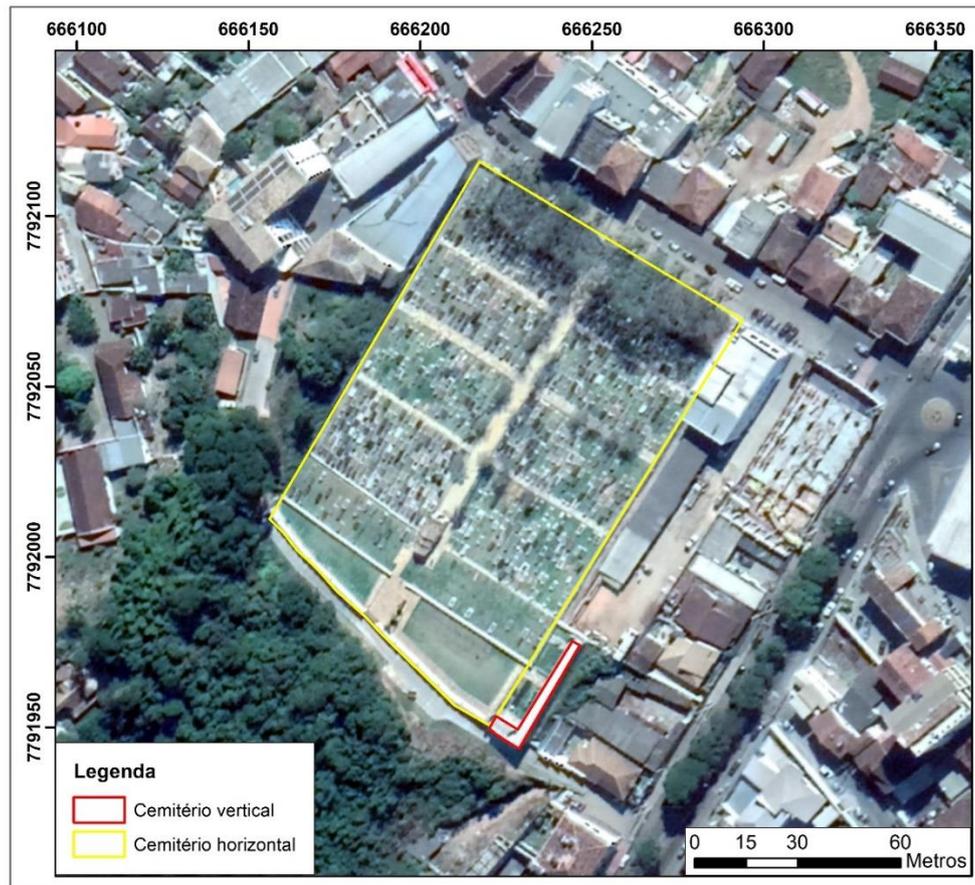
O sepultamento de corpos humanos passou a ser um problema que exige preocupação constante, exigindo uma atenção maior das autoridades e da comunidade no sentido de apresentar uma solução viável, especialmente quanto aos impactos ambientais e a escassez de espaço físico, observados, principalmente, nos cemitérios tradicionais (Carneiro, 2009; Pessotto & Alves, 2018).

Localizado na área central da cidade de Santa Bárbara (MG), o cemitério público municipal construído no ano de 1908 utilizava o modelo horizontal de sepultamento, também conhecido como modelo tradicional (Prefeitura de Santa Bárbara, 2017). De modo geral, neste tipo de sepultamento, as urnas são enterradas diretamente no subsolo, sendo coberta com solo após o sepultamento.

A área de ocupação do cemitério é de aproximadamente 12.061 m², comportando uma média de 1.947 sepulturas convencionais tendo atualmente 15.018 registros de corpos sepultados (Figura 2). Diante disso, com o passar dos anos, o município teve o espaço reservado para novos sepultamentos convencionais exaurido, sendo implantado o modelo vertical biosseguro, composto por 265 gavetas (Prefeitura de Santa Bárbara, 2017).

O modelo implantado em 2017 no município corresponde ao cemitério vertical denominado Sistema Eco No-Leak, que é dotado de materiais ecológicos em sua estrutura, integrado com um sistema de sepultamento biosseguro com controle inteligente de estanqueidade e tratamento de gases por dissociação molecular (Vilatec, 2015).

Figura 2 - Cemitério Municipal de Santa Bárbara (MG) que utiliza os modelos de necrópole horizontal e vertical.



Fonte: Modificado de IBGE (2010); Google Earth (2019).

O cemitério vertical (Figura 3) foi construído em uma área inferior a 100 m², com estrutura em módulos, feitos com material de aço carbono (Figura 3A). A estrutura é composta por um total de 265 lóculos (gavetas), dispostas em 7 andares, e de 165 urnas ossuárias duplas.

Figura 3 - Cemitério vertical implantado no município de Santa Bárbara (MG): (A) Fase de montagem da estrutura do cemitério vertical municipal; (B) Visão geral do cemitério vertical, já concluído.



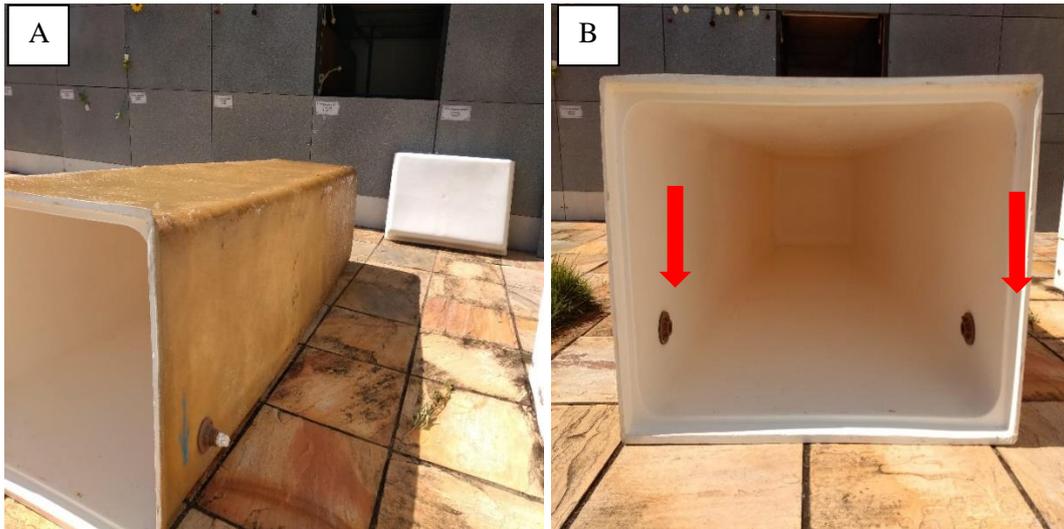
Fonte: Prefeitura de Santa Bárbara, 2017.

No sistema *No-Leak* os corpos são sepultados em lóculos construídos com fibra de vidro e resinas de garrafas PET em modelos únicos (Figura 4), sem a presença de emendas e poros, impedindo a passagem de líquidos e gases gerados na decomposição dos corpos para o ambiente externo. Para cada lóculo fabricado, cerca de 167 garrafas PET são reaproveitadas, evitando que sejam descartadas no meio ambiente (Vilatec, 2015).

No momento do sepultamento a lacração do lóculo é feita com placa de fibra de vidro, mesmo material utilizado na confecção dos lóculos, que consiste em uma camada dupla de polímero resistente e elástico apropriado para este fim. Neste sentido, destaca-se que a Resolução do CONAMA nº 335/2003 determina a utilização de materiais que impeçam a passagem de gases para os locais de circulação de pessoas e vazamento de líquidos oriundos da decomposição dos corpos (Brasil, 2003).

Além disso, as lápides de acabamento das gavetas são produzidas a partir de materiais ecológicos, tais como bagaço de cana-de-açúcar, palha de coco seca, carbonato de cálcio misturado com areia e resina de garrafa PET reciclada, fornecendo um aspecto de granito.

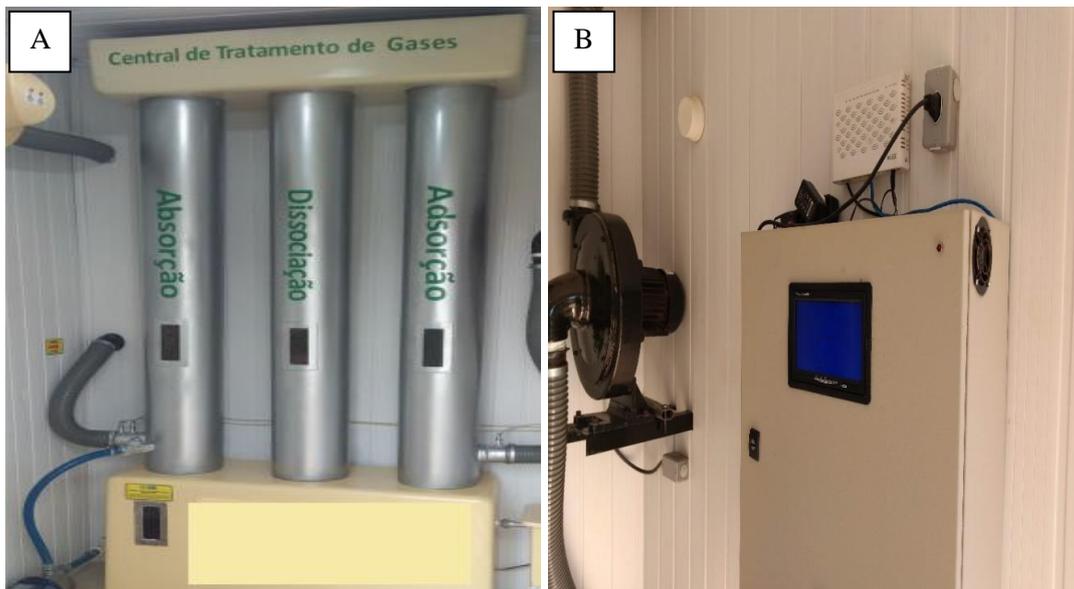
Figura 4 - (A) Lóculo construído de materiais ecológicos, sem poros, utilizado para os sepultamentos; (B) Detalhe do lóculo - as setas indicam a entrada de ar pelo orifício da esquerda e a saída de gases pelo orifício da direita.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Os lóculos possuem dois orifícios (Figura 4B) utilizados para a conexão de mangueiras, após o sepultamento de um corpo, que permitem a entrada de ar por um lado e a saída dos gases pelo outro. Destaca-se que esses gases são direcionados para uma central de tratamento (Figura 5A), sendo submetidos à um processo que consiste em três etapas: absorção, dissociação e adsorção.

Figura 5 - (A) Central que recebe os gases gerados na decomposição, para tratamento. (B) Sistema Inteligente de Gerenciamento e Automação (SIGA), software que controla toda operação do sistema *Eco No-Leak*.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Na etapa de absorção, os gases são transferidos até uma coluna, ocorrendo a separação do poluente gasoso (H_2S sulfeto de hidrogênio e CO_2 dióxido de carbono) por intermédio da lavagem com água, que na maioria dos casos é nebulizada para formar pequenas gotículas. A

fase líquida contaminada resultante, é usualmente tratada biologicamente e re-circulada para o lavador (Vilatec, 2015).

As gotículas passam pela parte inferior da coluna da dissociação, contendo solução redox de ferro (Fe III) que faz a absorção do H₂S e o oxida a enxofre elementar. A oxidação acontece pelo contato direto com o composto, gerando como coproduto o gás hidrogênio. A separação do enxofre é feita por um processo de filtração e/ou decantação. Na última etapa de adsorção, os gases contaminantes que ainda restam no processo, passam pela coluna contendo carvão ativado, que é um dos principais e mais eficientes meios de adsorção e sequestrador do sulfeto de hidrogênio (H₂S) (Vilatec, 2015). Após essas etapas, os gases são liberados no meio ambiente, tratados e sem odores.

Ressalta-se a importância desse processo, visto que os gases oriundos da decomposição dos corpos humanos como CO₂, gás sulfídrico, metano, amônia e hidrogênio, sem o devido tratamento, em alguns casos são tóxicos e inflamáveis, causando danos ao meio ambiente e à saúde humana (Kemerich; 2014).

O necrochorume é um dos principais impactos negativos desencadeados pelos cemitérios, associado a possíveis poluições do solo e dos recursos hídricos, principalmente quando considerados os modelos de cemitérios tradicionais (Pacheco, 2012).

Assim, dada a importância do tratamento do necrochorume, o sistema vertical biosseguro é moldado visando tratar o composto por meio da dissociação molecular. Os lóculos (gavetas) são posicionados em uma superfície inclinada, de forma que o composto gerado na putrefação dos corpos se acumule no fundo destes até a total evaporação por meio de um processo de ventilação controlada. Tal processo de secagem é gerenciado pelo Sistema Inteligente de Gerenciamento e Automação (SIGA - Figura 5B), possibilitando a troca gasosa por meio do controle de temperatura, umidade e pressão. Após este processo, restam apenas 50 gramas de parte sólida do necrochorume para um corpo padrão de 70 kg (Vilatec, 2015).

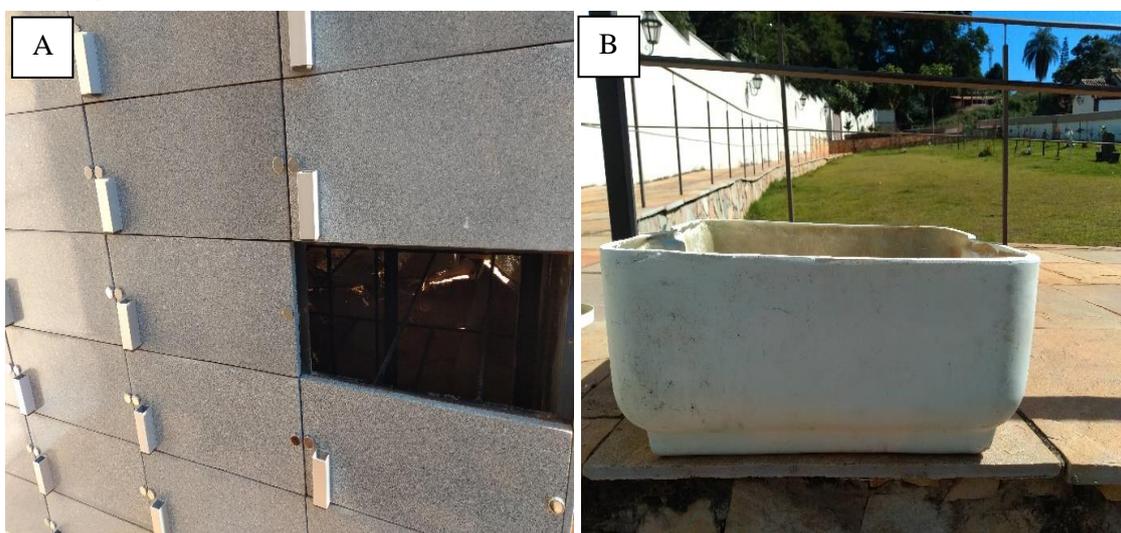
Para tanto, a entrada de ar é fechada e ocorre o funcionamento de uma turbina de sucção, promovendo a criação de um vácuo imediato, que é aferido para detectar se há algum tipo de furo no lóculo, evitando, dessa forma, vazamentos. Caso o teste verifique alguma anormalidade, o sistema mantém o vácuo constante e envia uma mensagem para os celulares dos responsáveis pela necrópole (Prefeitura de Santa Bárbara, 2017).

Os restos mortais, neste caso apenas ossos, serão encaminhados para o ossuário (Figura 6), que consiste em 165 urnas produzidas com os mesmos materiais dos lóculos de inumação, onde ficarão de forma permanente. Os demais resíduos provenientes da decomposição dos corpos, restos das roupas e utensílios que acompanharam o corpo no

sepultamento, assim como o caixão, serão encaminhados por empresa especializada para o aterro sanitário destinado aos resíduos da área de saúde (Prefeitura de Santa Bárbara, 2017).

Com a implantação desse novo modelo de cemitério, a cidade de Santa Bárbara aumentou a vida útil do espaço, que antes, considerando o modelo tradicional, era de no máximo 2 anos, para mais de 50 anos com o cemitério vertical biosseguro. Para isso, em regime rotativo, os corpos ficarão por 3 anos nas gavetas e após esse período serão encaminhados, com identificação, para o ossuário. Ressalta-se que, sete sepultamentos no modelo vertical são equivalentes à área necessária para fazer um sepultamento na forma tradicional (Prefeitura de Santa Bárbara, 2017).

Figura 6 - (A) Estrutura onde ficarão as urnas ossuárias com os restos mortais de forma permanente; (B) Urna ossuária onde serão armazenados os restos mortais.



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Destaca-se que a construção do cemitério vertical biosseguro teve como investimento o montante de R\$ 447.552,63, de acordo com o cronograma físico-financeiro disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Bárbara (MG).

Além disso, para cada procedimento de inumação de um corpo, o custo para a família é de aproximadamente R\$ 18,00 reais, pago uma única vez referente à manutenção, sendo, dessa forma, enquadrado como cemitério público. Em termos comparativos, o cemitério vertical Campo Santo em Salvador (BA), em regime particular, utilizando o mesmo modelo implantado no município de Santa Bárbara, comercializa gavetas no valor de R\$ 2.933,50 reais, com taxa de manutenção de R\$ 35,00 ao mês (Cemitério Campo Santo, 2019).

Apesar das vantagens desse modelo de necrópole, ressalta-se que o custo de implantação e manutenção do sistema vertical é superior ao modelo tradicional por necessitar

de acompanhamento periódico para garantir a eficiência do sistema. No caso do cemitério de Santa Bárbara, o custo é do município, uma vez que ele gerencia a necrópole.

Dessa forma, nota-se que os cemitérios estão presentes em pequenos e grandes centros urbanos, consistindo em uma importante ferramenta de controle ambiental voltada ao sepultamento de corpos. Dentre os diferentes modelos de necrópoles, o vertical tem sido adotado em locais em que o espaço físico para implantação é escasso.

Entretanto, em sua maioria, os cemitérios verticais estão sob domínio do poder privado, como observado nos modelos implantados na região nordeste do Brasil, sendo que a necrópole instalada em Santa Bárbara (MG) é uma das pioneiras no Brasil quando considerado o sistema público.

4. Considerações finais

A demanda por espaço físico nos aglomerados urbanos e o potencial poluidor dos cemitérios levaram ao desenvolvimento de alternativas como os cemitérios verticais biosseguros para minimizar os impactos negativos desencadeados no meio ambiente.

Neste sentido, esta pesquisa objetivou a caracterização do modelo de cemitério vertical biosseguro localizado em Santa Bárbara (MG) e a comparação entre o cemitério vertical e o horizontal existentes no município.

A necrópole tradicional da cidade de Santa Bárbara ocupa uma extensa área, com espaço para abertura de novas covas para sepultamentos exauridos. Por este fato, o poder público, instalou o cemitério vertical, que ocupa menor área para implantação e utiliza materiais ecológicos como bagaço de cana-de-açúcar, palha de coco seca, carbonato de cálcio misturado com areia e resina de garrafa PET reciclada na edificação das gavetas e ossuários. Ressalta-se a importância da utilização desses materiais, uma vez que evitam seu possível descarte e consequente sobrecarga na natureza.

O cemitério vertical biosseguro possui sistema de tratamento de gases oriundos da putrefação dos corpos por dissociação molecular, que ocorre pela troca e filtragem de gases ao longo de todo o processo de decomposição dos corpos. Além disso, o necrochorume gerado no processo de decomposição passa por um processo de secagem, restando ao final do processo aproximadamente 50 gramas de matéria sólida que será recolhida por empresa especializada pelo descarte de resíduos da área de saúde.

Ressalta-se que o sistema vertical ocupa área de implantação menor quando comparada àquela destinada à necrópole tradicional, correspondendo, assim, à uma alternativa para as cidades que não possuem área suficiente para a implantação de modelos tradicionais.

O modelo vertical adotado no município de Santa Bárbara se destaca ainda com relação ao custo final de sepultamento, visto que a população tem como despesa apenas uma tarifa mínima para manutenção, o que faz com que o cemitério seja considerado público. Neste sentido, ressalta-se que no modelo horizontal era necessária a aquisição do terreno para o sepultamento, o que tornava o processo mais oneroso para a população.

Por outro lado, o cemitério vertical necessita de uma manutenção periódica para manter o sistema funcionando corretamente, ação esta que não é observada na necrópole horizontal. Assim, nota-se que o sistema vertical possui um custo de manutenção superior ao horizontal para a administração pública.

Visto que os cemitérios são estruturas complexas, que afetam o meio ambiente e a sociedade, o modelo vertical de Santa Bárbara (MG) consiste em uma alternativa interessante por solucionar a falta de espaço físico para sepultamentos, empregando uma tecnologia sustentável, associada ao reaproveitamento de materiais e mitigação dos impactos ambientais negativos.

Por fim, considerando que estas estruturas causam impactos à cultura de uma população, recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à percepção dos habitantes de Santa Bárbara em relação ao modelo vertical; além do diagnóstico ambiental do cemitério horizontal, uma vez que pode existir contaminação do solo e nível freático causada pela percolação de necrochorume.

Referências

Albertin, R.M; Mondini, J.M; Porto, V.O.P; Angeoletto, F; Silva; F. F. & Angelis, B.L.D. (2013). Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical. *Revista Agroambiente on-line*, vol. (7), n.1, p. 112-118.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Publicação DOU de 28 de maio de 2003. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>. Acesso em: 20 abr 2019.

Campos, A. P. S. (2007). Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. 141 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo.

Carneiro, V. S. (2009). Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. Anais... XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, XVI Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e Feira Nacional da Água. Natal, Rio Grande do Norte. Acesso em 10 maio de 2019, em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956>.

Cemitério Campo Santo. (2019). Campo Santo Familiar. Acesso em 22 outubro de 2019, em <https://www.cemiteriocamposanto.org.br/campo-santo-familiar/index.html>.

Gerhardt, T.E; Silveira, D.T. (2009). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Ed. da UFRGS.

Google. (2019). Google Earth. Versão 7.1.5.1557. 2017. Nota (Santa Bárbara - MG). Disponível em: <<http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010). Carta Internacional ao Milionésimo. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/interativos/servicos/wms-do-arcgis>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Kemerich, P. D. C.; Bianchini, D. C. & Fank, J. C. A. (2014). 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.

Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2011). Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos. 7. ed. 6. reimpr. São Paulo: Atlas.

Matos, B.A. (2001). Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. 172 p.

Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Minayo, M. C. S. (2001). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes.

Nogueira, C. O. G; Costa Júnior, J. E. V & Coimbra, L. A. B. (2013). Cemitérios e seus impactos socioambientais no Brasil. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 11, p. 331-344.

Olabuenaga, J. I. R. & Ispizua, M. A. (1989). La descodificacion de la vida cotidiana: métodos de investigacion cualitativa. Bilbao, Universidad de deusto.

Pacheco, A. (1986). Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. Revista do Sistema de Planejamento e de Administração Metropolitana, São Paulo, v. 4, n. 17, p. 25-37.

Pacheco, A. (2012). Meio Ambiente & Cemitérios. Editora Senac, São Paulo.

Paiva, O. M. (1975). Métodos de pesquisa nas relações sociais. Editora da Universidade de São Paulo - SP.

Palma, S. R. & Silveira, D. D. (2011). A saude ecologicamente correta: a educação ambiental e os problemas ambientais em cemitérios. Revista Monografias Ambientais REMOA/UFSM. Santa Maria, RS. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), v.2, n. 2, p. 262-274.

Pessotto, W. & Alves, A. (2018). Cemitérios como agente poluidores: conhecendo suas tipologias e novas tecnologias que amenizam essa relação. Revista Infinity, v. 3, n. 1, p. 113-133.

Prefeitura de Santa Bárbara. (2017). Cemitério vertical biosseguro pronto para sepultamentos. Acesso em 12 março de 2019, em <http://www.santabarbara.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/cemiterio-vertical-biosseguro-pronto-para-sepultamentos/48453>.

Santa Bárbara. Decreto nº 3.445, de 08 de novembro de 2017. Dispõe sobre o regulamento do Cemitério Municipal de Santa Bárbara. Acesso em 03 de março de 2019, em http://transparencia.santabarbara.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Decreto_3445_2017?cdLocal=5&arquivo={C381AADD-D31D-75A5-DAD1-AABE3D8E1EEA}.pdf.

Vergara, S. C. (1998). Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 2. ed. São Paulo: Atlas.

Vilatec. (2015). Cemitério Vertical: o sistema Eco No-Leak para sepultamento. Acesso em 12 outubro de 2019, em <http://vilatec.com.br/produtos/cemiterio-vertical/>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Alef Soares Ferreira – 40%

Rodolpho de Melo Aquino – 40%

Juni Cordeiro – 20%