

Cemitérios e Meio Ambiente: Análise ambiental de um cemitério vertical na Região Metropolitana de São Paulo

 <https://doi.org/10.56238/sevned2024.010-060>

Amanda Alves Iezzi

Graduada em Engenharia Ambiental
Centro Universitário das Américas - FAM
São Paulo -SP, Brasil
E-mail: amandaalvesiezzi@gmail.com

E-mail: claudioferreirajunior@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5112-3163>

Larissa Fernanda Vieira Martins

Doutora em Ciências
Universidade de São Paulo - USP
São Paulo -SP, Brasil
E-mail: larissafernanda@alumni.usp.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5533-4900>

Cláudio Barbosa Ferreira Júnior

Mestre em Ciências
Universidade de São Paulo - USP
São Paulo -SP, Brasil

RESUMO

Devido a crescente preocupação com os impactos causados pelos cemitérios, este trabalho tem por objetivo apresentar e analisar as características dos cemitérios verticais, através do estudo de caso realizado em um cemitério vertical localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). As informações sobre o empreendimento foram levantadas por meio de um questionário realizado com o supervisor de operações. O empreendimento foi construído em uma Área de Preservação Permanente. Devido cemitério ter sido implementado anteriormente à Resolução CONAMA 335 de 2003, o mesmo teve a dispensa da licença de instalação. Verifica-se que todos os subprodutos gerados nos processos de decomposição do corpo humano são tratados, não gerando impactos no ar, água e solo; os resíduos gerados nas atividades diárias também recebem a destinação correta. Nota-se que, mesmo havendo uma necessidade de adequações quanto a ocupação do espaço, como exemplo a recomposição da mata ciliar, o cemitério vertical apresenta-se como uma excelente alternativa para diminuir os espaços destinados aos jazigos, aproveitando muito mais o local, além de resolver o problema de superlotação nas necrópoles, como também gera menos impactos ao meio ambiente, pois os cadáveres são colocados em gavetas e assim não ficam em contato com o solo, e não há risco do principal contaminante, o necrochorume, contaminar o solo e águas subterrâneas.

Palavras-chave: Impactos ambientais, Contaminação por necrochorume, Sustentabilidade em cemitérios, Planejamento ambiental urbano.

1 INTRODUÇÃO

A palavra cemitério, do grego koimetérion, “dormitório”, pelo latim coemeteriu, significava o lugar onde se dorme. Esse significado é explicado pela mitologia grega, segundo a qual dormir (perder o conhecimento ou a consciência) é algo decidido por Hipno, deus grego do sono o qual não tem o poder de fazer despertar. Hipno, segundo os gregos, era irmão gêmeo de Thanatos, o deus da morte (Pacheco, 2012).

O interesse pelos cemitérios é muito antigo porque eles atraem a nossa atenção em virtude da sua relação simbólica com a morte. Não é raro constatar tal fato em museus,

onde peças de qualidade expostas não despertam o mesmo interesse do visitante como a reconstituição de uma sepultura ou mesmo a apresentação de uma múmia ou de um crânio (Pacheco, 2012).

Os cemitérios podem ser classificados segundo a forma de sepultamento e a tipologia da construção, em:

- i) Cemitérios tradicionais: esses espaços são constituídos por túmulos semienterrados, onde o corpo é sepultado diretamente no solo, pode gerar impactos ambientais nos solos e águas; além do mais, o forte apelo estético, gera um alto custo na manutenção e construção dessas edificações (Kemerich, *et al.*, 2014).
- ii) Cemitérios parque ou jardim: são cemitérios constituídos por gavetas no solo cobertos por gramados ou árvores, sem construções; os sepultamentos são realizados por tumulação e as sepulturas são identificadas por uma lápide de pequenas dimensões ao nível do solo (Campos, 2007).
- iii) Cemitérios verticais: Esta tipologia se constitui em edificações de um ou mais pavimentos, onde os corpos são alocados em jazigos 2 que são lóculos aéreos 3 e, portanto, sem contato direto com a terra. Estes lóculos são construídos em concreto armado ou com outro material como fibras de vidro, dispostos em colunas e fileiras, à semelhança de uma estante. evita o contato dos jazigos com o solo, de forma a dificultar a contaminação ambiental do solo e do lençol freático pelo produto da decomposição (Rocha; Assis; Cortizo, 2017).

O corpo humano sepultado está sujeito a processos de degradação da matéria, segundo Saraiva (2011), logo após a morte os corpos se decompõem, passando por fases de destruição dos tecidos por ação de bactérias e enzimas, resultando em sua transformação em gases, líquidos e sais.

Segundo Galli (2014) *apud* Carvalho (2019), as etapas de decomposição do cadáver podem ser segregadas em 4 etapas: período de coloração, período gasoso, período coliquativo e período de esqueletização (Quadro 01).

Quadro 01 – Etapas da decomposição do corpo humano, segundo período e característica.

PERÍODO	CARACTERÍSTICAS
Período de Coloração	Geralmente se inicia a partir de 18 a 24 horas depois do óbito e dura aproximadamente 10 dias, prazo pode ser alterado pela condição climática. Tem início com uma mancha verde na região no abdômen, a cor se justifica pela presença de sulfometahemoglobina (Galli, 2014 <i>apud</i> Campos, 2019).
Período Gasoso	tem início na primeira semana e dura por 30 dias aproximadamente. Os gases produzidos pela putrefação se infiltram no tecido muscular e modifica a forma externa do corpo e a fisionomia (Galli, 2014 <i>apud</i> Campos, 2019).
Período Coliquativo	é o período de redução dos tecidos que tem início do fim do primeiro mês podendo durar 2 ou 3 anos. Nesta fase acontece a desintegração (Galli, 2014 <i>apud</i> Campos, 2019). e amolecimento dos tecidos, se convertendo em uma massa, semilíquida, forte odor e escura, conhecida como putrilagem.
Período de Esqueletização	No fim do período coliquativo, a putrilagem seca e se torna um pó, deixando o esqueleto exposto, então tem início o período de esqueletização. O esqueleto ósseo descoberto pode-se conservar por muito tempo (Galli, 2014 <i>apud</i> Campos, 2019).

Fonte: Modificado de Carvalho, 2019.

No processo de decomposição do cadáver é liberado o necrochorume, de acordo com Campos (2007), o necrochorume é uma solução rica em sais minerais e substâncias degradáveis, aquosa, que é resultante do processo de decomposição de corpos enterrados em cemitérios, conforme afirma Franco, (2005). Sua constituição é de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas duas delas altamente tóxicas a cadaverina e a putrescina, que também pode conter microrgânicos patogênicos, (Pacheco, 2012).

Segundo o Pacheco e Matos (2005), os cemitérios podem ser fonte geradora de impactos ambientais. A localização e operações inadequadas de necrópoles em meios urbanos podem provocar a contaminação de mananciais hídricos por microrganismos que proliferam no processo de decomposição dos corpos. Se o aquífero freático for contaminado na área interna do cemitério, esta contaminação poderá fluir para regiões próximas, aumentando o risco de contaminação da água que será captada através de poços rasos, por exemplo.

Inserido neste contexto, a Resolução Conama nº 335/2003 (Brasil, 2003) dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios horizontais e verticais, de modo que

estabelece procedimentos e documentações apropriadas para o licenciamento desses empreendimentos de forma específica, abrangendo diversas questões, tais como: localização técnica com indicação de acessos e sistema viário (artigo 3º, I, a); estudos técnicos acerca dos níveis do lençol freático (artigo 3º, I, c); estudos de fauna, flora (artigo 5º, VI); recuos mínimos em áreas de sepultamento em cemitérios horizontais (artigo 5º, IV); adoção de técnicas que viabilizem trocas gasosas para decomposição adequada dos corpos em cemitérios horizontais (artigo 5º, III); tratamento ambientalmente adequado para eventuais efluentes gasosos em cemitérios verticais etc.

A resolução Conama nº 368 de 2006 ainda prevê proibições quanto à instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou em outras áreas que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária e secundária:

(...) em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos predominantemente cársticos, que apresentam cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos, bem como naquelas que tenham seu uso restrito pela legislação vigente, ressalvadas as exceções legais previstas (Brasil, 2006).

Posteriormente, a Resolução Conama nº 368, de 28 de março de 2006, modificou, na Resolução nº 335/2003, o artigo que proibia a construção de cemitérios em áreas de manancial para abastecimento humano, de modo a permitir que os municípios inseridos nessas áreas, e sem espaço para implantação de novos cemitérios, possam construir ali as suas novas Necrópoles. Estas devem atender incisos para garantir que não haverá contaminação de área de preservação (Pacheco, 2012).

Com o intuito de amenizar os impactos ambientais, os cemitérios verticais surgem como uma opção promissora visto que existe controle dos subprodutos gerados na decomposição do corpo humano.

Assim esta pesquisa tem por objetivo apresentar e analisar as características dos cemitérios verticais, através do estudo de caso em um cemitério vertical localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no qual são apontadas as técnicas empregadas e a identificação da conformidade com a legislação vigente.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizado trabalho de campo em uma unidade cemiterial. Com o intuito de preservar a identidade do empreendimento, o cemitério foi denominado com nome fictício “Alpha”.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O cemitério Alpha é um empreendimento privado e localiza-se na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP); o empreendimento iniciou sua construção em 1997 e foi finalizada em 1998. O cemitério tem 14.776 m² de área total, e 4.342 m² de área construída e aprovada pelo Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB). De acordo com o gestor, o empreendimento apresenta 5 andares e conta com 3.800 jazigos, onde 176 são destinados aos despojos e atualmente a estimativa de ocupação é de 2.900. No local trabalham 19 funcionários.

Em relação aos preços, um lóculo neste cemitério vertical pode custar de seis a nove mil reais.

Parte da área do empreendimento insere-se em uma Área de Preservação Permanente (ao lado do curso d'água); ao redor há presença de ocupações irregulares e a região conta com comércios e residências sendo uma zona mista segundo o Plano Diretor Municipal (Guarulhos, 2019).

2.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS – OPERACIONAIS

A caracterização e localização da área foi realizada com o auxílio do sistema de dados geoespaciais disponibilizado pela prefeitura de Guarulhos – GuarugEO (Guarulhos, 2024), a

plataforma permitiu o download de bases cartográficas bem como a caracterização do uso e ocupação do solo e zoneamento urbano.

As bases cartográficas obtidas no *GuaruGeo* (2024) e no *Google Maps* (Google, 2024) foram processadas com o auxílio do software *QGIS* (QGIS, 2024), gerando um mapa de localização da área.

Para identificar as práticas de sepultamento e manejo empregadas no empreendimento, realizou-se visitas in loco e entrevista com o supervisor de operações.

O questionário empregado (Quadro 02) foi estruturado segundo a Resolução CONAMA 335/2003 (Brasil, 2003). As respostas foram documentadas por meio de anotações manuscritas.

Quadro 02– Questionário ambiental aplicado ao cemitério vertical.

Nº	PERGUNTAS
1	Qual ano de Inauguração?
2	Qual a área do empreendimento e a área ocupada?
3	Quantos funcionários trabalham no empreendimento?
4	A licença de operação está em dia?
5	É realizada algum tipo de compensação ambiental?
6	Existe a necessidade de impermeabilização do jazigo? Se sim, como é realizada?
7	Qual método ou destinação é utilizada para o descarte dos resíduos sólidos comuns?
8	Qual método ou destinação é utilizada para o descarte dos Resíduos Líquidos (necrochorume)? Ele é coletado e tratado dentro ou fora do cemitério?
9	Existe coleta e tratamento de gases? Como é realizado?
10	Após a exumação, os ossos são cremados ou vão para o ossário?

Fonte: Elaborado pelos autores.

As respostas obtidas por meio da entrevista estão apresentadas em forma de texto discursivo na seção resultados e discussão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O empreendimento Alpha é privado e está localizado em uma área de alto adensamento populacional na Região Metropolitana de São Paulo (Figura 01). Verifica-se que o empreendimento teve dispensa da licença de instalação e a licença de operação está em processo de regularização.

Partes de suas instalações insere-se em uma Área de Preservação Permanente (APP) de um córrego de 1ª ordem segundo a classificação hierárquica fluvial de Strahler, fator que indica que este canal não apresenta nenhum tributário. Cabe destacar que de acordo com o Art. 3º II Lei Federal 12.651/12 (Brasil, 2012), a Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Ainda é possível observar a presença de área verde no entorno do empreendimento como também sinais de degradação e um ambiente bastante urbanizado.

Figura 01 – Delimitação da área de estudo e seu entorno imediato.



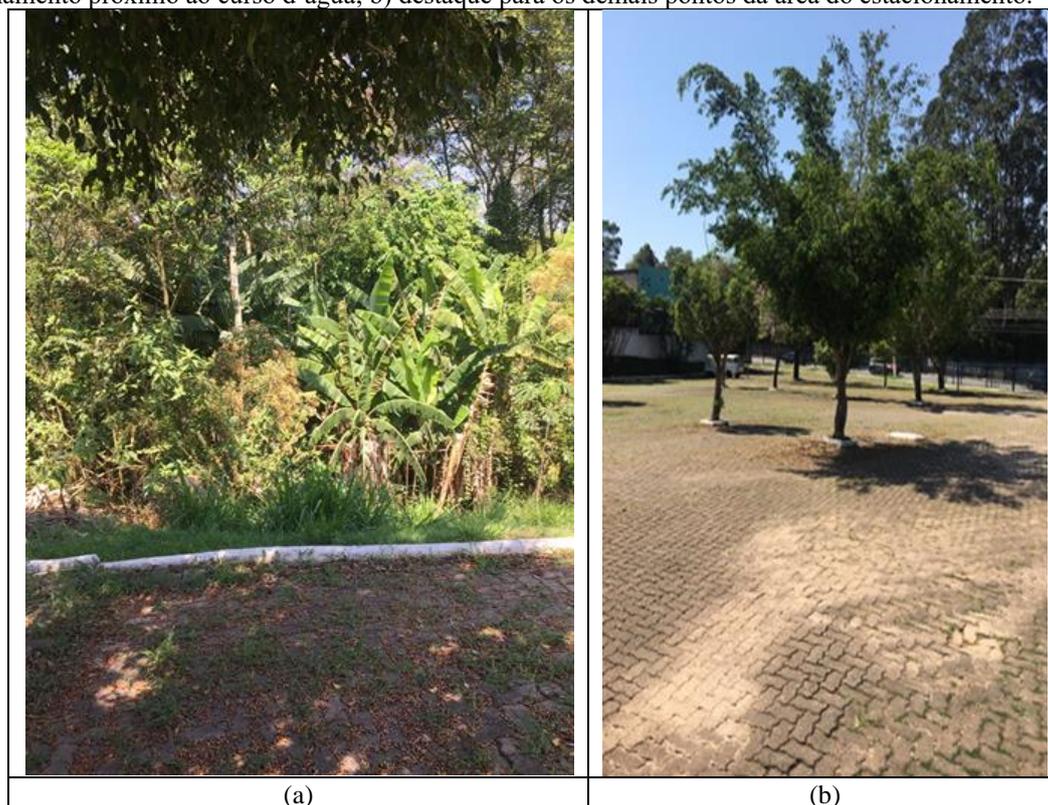
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que as áreas que contemplam a parte do estacionamento, banheiro da sala do velório e uma parede do cemitério estão na área de APP, conforme Figura 02. Cabe destacar que o piso do estacionamento é intertravado, fator que possibilita maior infiltração das águas de chuvas; segundo estudos realizados por Benitez (2021) no qual analisou-se capacidade de infiltração de pavimentos com piso intertravado em estacionamentos, foram identificados graus de permeabilidade médio e baixo, os quais podem ser comparados a materiais naturais como a areia de brita, areia limpa e areia fina, areia, areia suja e silte arenoso, apresentando-se como uma medida eficaz no que diz respeito à infiltração de água de chuva, colaborando para um menor escoamento superficial e redução da intensidade de alagamentos.

A entrada do empreendimento apresenta canteiros com áreas permeáveis e ajardinadas e o estacionamento, seguindo pela edificação com 5 pavimentos, onde ocorrem os sepultamentos (Figura 03).

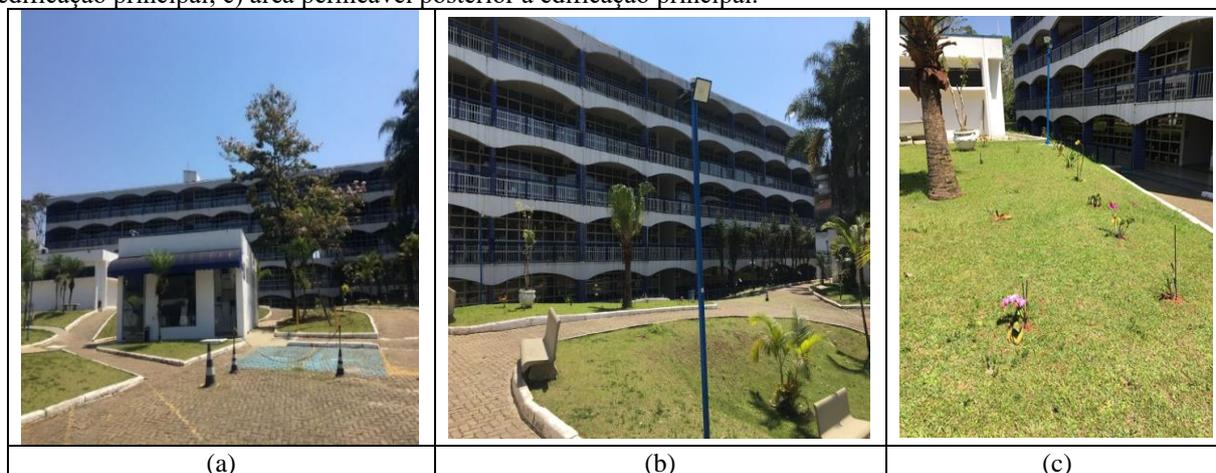
Quanto ao sepultamento, por se tratar de um cemitério vertical, a sepultura não fica em contato com o solo e não agride o meio ambiente, assim o necrochorume, não apresenta risco de atravessar para as camadas inferiores do solo e subsolo e ocasionar contaminação. Esse tipo de sepultamento não é muito comum, a título de comparação na cidade de São Paulo, existem 22 cemitérios tradicionais e 4 cemitérios verticais. Nota-se que os cemitérios verticais apresentam um novo conceito sobre a temática.

Figura 02 – Vista parcial do estacionamento do empreendimento Alpha nas proximidades da APP. a) destaque para o final do estacionamento próximo ao curso d’água; b) destaque para os demais pontos da área do estacionamento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 03 – Vista parcial da entrada do empreendimento Alpha. a) vista da guarita de entrada e estacionamento; e b) vista da edificação principal; c) área permeável posterior a edificação principal.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No empreendimento Alpha os sepultamentos são realizados em Gavetas/Jazigos, associadas a edificação, a qual apresenta um pavimento térreo e mais quatro andares superiores (Figura 04).

Figura 04 – Vista da edificação do empreendimento Alpha onde ocorrem os sepultamentos: a) Jazigos – em destaque na cor vermelha uma unidade, e b) vista geral dos 4 andares.

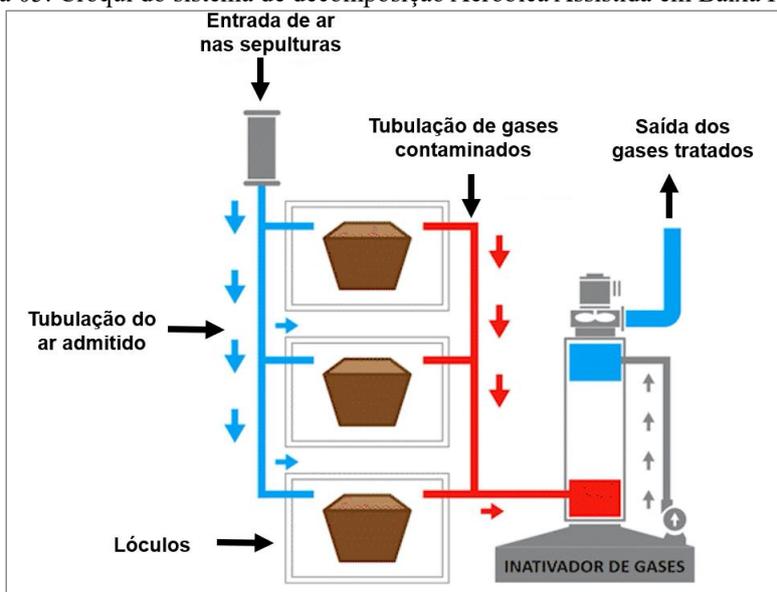


Fonte: Elaborado pelos autores.

Os poluentes gerados em cemitérios associam-se a decomposição anaeróbia da matéria, o qual resulta em gases e líquidos (necrochorume). Para o empreendimento Alpha, a tecnologia empregada apresenta um processo baseado na desidratação e evaporação do necrochorume assim que ele é gerado, obtendo um sistema de decomposição de corpos natural, predominantemente aeróbio.

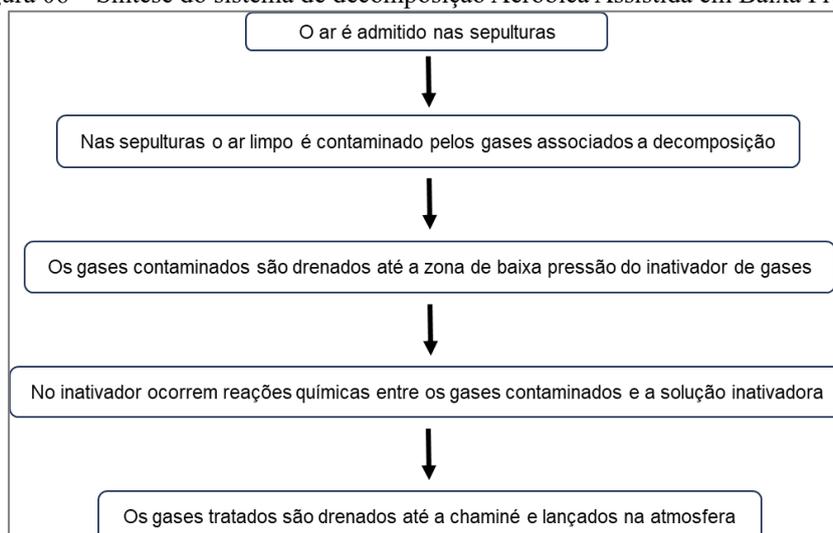
O sistema de sepultamento foi implementado pela empresa VALFER Tecnologia, a qual apresenta uma técnica de decomposição Aeróbica Assistida em Baixa Pressão. Neste sistema ocorre a junção de três fatores, a decomposição exotérmica, a pressão negativa criada dentro dos lóculos, e a presença do oxigênio, os quais permitem uma evaporação mais rápida do necrochorume, possibilitando a aceleração do processo de decomposição, que em média no sistema tradicional dura 2 à 3 anos e neste sistema leva 8 meses (VALFER Tecnologia, 2024). Os gases e vapores gerados neste processo são conduzidos para um dispositivo denominado Inativador de Gases, onde o Dióxido de Carbono (CO₂) e o gás sulfídrico (H₂S) são transformados respectivamente nos, carboneto de sódio e sulfeto de sódio, inodoros e não contaminantes, a figura 05 exemplifica o funcionamento do inalador de gases (VALFER Tecnologia, 2024) (Figura 05 e 06).

Figura 05: Croqui do sistema de decomposição Aeróbica Assistida em Baixa Pressão.



Fonte: Adaptado de Valfer Tecnologia, 2024.

Figura 06 – Síntese do sistema de decomposição Aeróbica Assistida em Baixa Pressão



Fonte: Adaptado de Valfer Tecnologia, 2024.

Quanto aos resíduos sólidos gerados no empreendimento, ocorre da seguinte forma: os resíduos são separados e acondicionados adequadamente dentro do empreendimento (Figura 07) segundo o tipo de resíduos; após a exumação, resíduos como caixões e roupas são coletados e destinados por uma empresa parceira, a qual encaminha os resíduos contaminados para aterro sanitário. Os resíduos classe II-A e II-B (ABNT, 2004), tais como, madeiras, tijolos, argamassas, papéis, plásticos, metais, vidros, caso não estejam contaminados são encaminhados para reciclagem.

Figura 07 - Vista parcial do acondicionamento primário de resíduos sólidos recicláveis no empreendimento Alpha.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar o cemitério Alpha verifica-se que o mesmo dispõe de um eficiente sistema de sepultamento, coleta e tratamento dos subprodutos associados a decomposição do corpo humano, apresentando-se como uma alternativa ambientalmente adequada para a disposição do corpo humano.

O empreendimento também dispõe de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos o qual contempla os resíduos comuns e perigosos.

Devido o atual sistema de decomposição e tratamento, os principais impactos ambientais da área consistem na geração dos gases (os quais não ocasionam danos por serem tratados corretamente), e a alocação física do empreendimento, o qual localiza-se as margens hídricas.

Assim sugere-se a recuperação da mata ciliar nas áreas do empreendimento como forma de compensação ambiental e melhoria da estabilidade física e ecológica da área. Posteriormente, a recuperação da mata ciliar, pode ser utilizada como publicidade da área, a qual além de seguir uma técnica ambientalmente adequada de sepultamento, também dispõe de uma postura proativa frente as questões ambientais.

Em suma, os cemitérios verticais são excelentes soluções para o sepultamento, quando comparadas a técnicas tradicionais, por ocupar menores espaços físicos e dispor de eficientes sistemas de tratamento, contudo o sistema deve ser periodicamente monitorado para assegurar sua eficiência.

Outra forma de minimizar os impactos gerados é a restauração da mata ciliar para garantir a proteção dos recursos hídricos.

Acredita-se que a principal contribuição desta pesquisa reside na apresentação sistemática dos processos de sepultamento e destinação dos subprodutos em um cemitério vertical.



REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 10.004: Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BENITTEZ, L. H. .; BENITTEZ, L. R. F.; BARRETO, D.; SERRA, S. M. B. Capacidade de infiltração de piso intertravado em pátios de estacionamento. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, nº12, 2021, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1–8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/488>. Acesso em: mar/2024.

BRASIL. Resolução Conama nº 335/2003, de 3 de abril de 2003. Regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003.

BRASIL. Resolução Conama nº 368/2006, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2006.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.

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

CARVALHO, L. A. P. F. B. Necrochorume: aspectos da mobilidade e da mitigação dos Impactos. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Faculdade de Engenharia - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

GUARULHOS. Plano Diretor Municipal. Guarulhos: 2019. Disponível em: <https://www.guarulhos.sp.gov.br/plano-diretor> Acesso em: nov/2023.

GUARULHOS. GuaruGEO. Disponível em: <https://guarugeo.guarulhos.sp.gov.br/guarugeo/interface/guarugeo.htm?&6h67mj482lqo69kb7i1fia2p15> Acesso em: fev/2024.

GOOGLE. Google Earth. Disponível em: <http://earth.google.com> Acesso em: Nov/2023.

KEMERICH, P.D.C.; *et al.* A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. REMOA, Santa Maria, RS, v. 13, n. 5, p. 3777-3785, 2014.

PACHECO, A. Meio Ambiente & Cemitérios. São Paulo: Editora Senac, 2012.

QGIS Development Team. (2024). QGIS geographic information system. QGIS Association. Disponível em: <https://www.qgis.org> Acesso em: Jan/2024.

ROCHA, M. S. S.; ASSIS, E.S.; CORTIZO, E. C. O Habitar Dos Mortos: seriam os cemitérios verticais uma alternativa projetual sustentável para os impactos gerados pelos cemitérios tradicionais? *In: FÓRUM HABITAR*, nº4, 2017, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/47100/2/O%20habitar%20dos%20mortos%20-%20seriam%20os%20cemite%3%a9rios%20verticais%20uma%20alternativa%20projetual%20sustent%3%a1vel%20para%20os%20impactos%20gerados%20pelos%20cemite%3%a9rios%20tradicio>



nais.pdf Acesso em Jan/2024.

SARAIVA, S. A. Avaliação de métodos geofísicos no comportamento espacial de plumas de necrochorume. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.44.2011.tde-26072011-155842> Acesso em Jan/2024.

VALFER TECNOLOGIA. Cemitério Ecológico - Como Funciona. Disponível em: <https://cemiterioecologico.com.br/como-funciona/> Acesso em: março/2024.