

**Daniele Ribeiro da Silva**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

**Natalia Cristina Barata Cruz**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

**Vanessa da Silva de Azevedo**

Universidade Estácio de Sá (UNESA/Norte Shopping)

## RESUMO

A prática de sepultamento verticalizado surgiu como alternativa pela falta de espaço entre as cidades e para acompanhar a evolução da população, com a sua modernização. Um método novo de necrópole e humanizado pela maneira que os sepultamentos são realizados e por suas estruturas imponentes. O objetivo desse trabalho foi mostrar as particularidades do processo construtivo e ambiental envolvidos nesse método. Esse estudo de caso está baseado na construção do primeiro cemitério vertical da cidade de Belford Roxo, Rio de Janeiro, que irá dispor de 12 a 25 níveis de lóculos. O cemitério vertical foi criado pensando no aproveitamento de espaço, pois a quantidade de pessoas que podem ser sepultadas por m<sup>2</sup> é maior em relação ao cemitério horizontal. O processo para construção de cada lóculo e o material que será usado para formar as gavetas, se diferencia de acordo com o projeto, assim como o processo de tratamento dos gases e necrochorume envolvidos no processo de decomposição dos corpos, já que a norma que rege os cemitérios não padroniza o tipo de material a ser usado. Conclui-se que há necessidade de construir um cemitério vertical, sejam pelas suas vantagens construtivas associadas ao processo de verticalização, seja para o benefício da sociedade como para o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Cemitério Vertical; Lóculo; Necrochorume.

## INTRODUÇÃO

A palavra cemitério se origina do grego “*Koimetérion*”, quer dizer “dormitório”, lugar onde guardam e repousam os mortos (CAMPOS, 2007). No século passado, as pessoas eram enterradas próximo de seus parentes, porém com o aumento de pessoas doentes em decorrências a decomposição dos corpos, eles passaram a ser velados nas igrejas, que mais tarde passou a proibir os sepultamentos e propuseram que os cemitérios fossem afastados das grandes cidades já que odores emanados da decomposição eram intragáveis (CARNEIRO, 2009).

Segundo Freyre (2003, p 38) “O costume de se enterrarem os mortos dentro de casa – na capela, que era uma puxada da casa – é bem característico do espírito patriarcal de coesão de família. Os mortos continuavam sob o mesmo teto que os vivos”.

Os cemitérios são considerados fontes pontuais de contaminação e propagadores de doenças quando em contato com o ser humano ou com recursos hídricos, por isso precisa de licenciamento ambiental para seu funcionamento, e apesar de hoje se ter esse

conhecimento nunca tiveram atenção quando se trata de contaminação ambiental (MATOS, 2001). Existem dois tipos de cemitérios: os horizontais aonde o corpo vai direto ao solo e a decomposição acontece mais rápido, porém a contaminação dos aquíferos e vetores é maior (PALMA e SILVEIRA, 2011), e o vertical onde os corpos são depositados nos chamados lóculos e contam com dispositivos capazes de filtrar os gases oriundos da decomposição (ANJOS, 2013).

Construídos acima do nível do solo e divididos por gavetas formando os níveis, essa é a definição de cemitério vertical de acordo com Palma e Silveira (2011). Sendo mais eficaz que o convencional, já que os corpos são guardados em gavetas sem contato com o solo, toda a infraestrutura do cemitério vertical é pensada para que os gases provenientes da decomposição, que passam pelos inativadores de gases, e o necrochorume não sejam lançados na atmosfera sem o devido tratamento (HINO, 2015).

O necrochorume é um líquido viscoso oriundo da decomposição dos cadáveres, com um odor fétido e composto de água, vírus, fungos, sais minerais, bactérias e vários patógenos, metais pesados (CARNEIRO, 2009).

As condições do solo, topografia, hidrologia influenciam na contaminação do local, em solos mais argilosos o necrochorume seria absorvido entre as camadas mais profundas do solo, já nos solos arenosos ele atingiria mais rápido o lençol freático (PACHECO, 1996).

Os cemitérios verticalizados estão ligados diretamente a evolução populacional (LAUWERS, 2015), com isso precisam ser projetados pensando no bem-estar dos habitantes assim como do meio ambiente (PRETTI, 2015). Com a Resolução nº 335 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os cemitérios passaram a ter licenciamento ambiental, pois são considerados pelo órgão como fontes pontuais de contaminação (SILVA e MALAGUTTI FILHO, 2008).

É nítido que os cemitérios vêm sofrendo mudanças ao longo da história em relação ao seu espaço (ARIÉS, 1977). A verticalização dos cemitérios surge como uma alternativa para a superlotação dos cemitérios tradicionais pelo aproveitamento que tem de espaço, acompanhados da urbanização (THOMPSON, 2015).

Quando os cemitérios surgiram, não se tinha a noção dos problemas sanitários e ao meio ambiente que ele traria, principalmente os horizontais, não se tinha estudo ou lugar adequado para se enterrar. Apenas no século XX que esse conhecimento ganhou destaque e passaram a adotar medidas mais rígidas no controle das necrópoles (THOMPSON, 2015).

A demanda pelos cemitérios verticalizados está ligada ao aumento do número de óbitos, consequência do aumento da população. Como a maioria dos cemitérios são antigos, sobretudo os públicos, acabaram não acompanhando a evolução da população e das cidades, e por isso da superlotação dos cemitérios (THOMPSON, 2015).

Para sanar a falta de espaço, as prefeituras de algumas cidades estão reestruturando seus cemitérios para acompanhar a demanda de óbitos, surge então a verticalização dos cemitérios como maneira para suprir as demandas (RODRIGUES e GARCIA, 2017).

Um problema que não afeta apenas o Brasil, mas muitos países que tentam driblar a carência de lugar (RODRIGUES e GARCIA, 2017). Já que aumentando o número de óbitos e tendo os cemitérios que acompanhar essa evolução, o jeito é ampliar o espaço ou construir um espaço novo que atenda a capacidade populacional, como recurso futuro a verticalização do cemitério (SARDINHA, 2015).

Em algumas cidades já é crescente o número de sepulturas verticalizadas, inclusive em São Paulo, na cidade de Santos, existe o mais alto cemitério vertical do mundo, um prédio de 40 andares e com capacidade para 25 mil gavetas, que este incluído, por esse feito, no livro dos recordes (REBELLO, 2020).

A cidade de Belford Roxo vem sofrendo pela falta de espaço para sepultamentos, e o único cemitério municipal que a cidade tem acaba ficando sobrecarregado pela demanda, e muitas famílias acabam recorrendo a outras cidades para realizar o sepultamento de seus entes, onerando o espaço de outras cidades (CUSTÓDIO, 2012).

A concessionária Rio Pax (2020) por meio de uma iniciativa privada, está construindo o primeiro cemitério vertical do município, e de acordo com o projeto, irá dispor de 12 a 25 níveis de lóculos (gavetas) para suprir a deficiência de espaço nas cidades. Essa nova técnica garante que o espaço interno, gavetas, seja isolado do exterior, uma vez que o objetivo da verticalização é de aproveitar o espaço disponível e não levar a contaminação ao solo e para os habitantes que habitam aos arredores.

Esse trabalho está baseado em um estudo de caso, a construção de um cemitério verticalizado na cidade de Belford Roxo, estado do Rio de Janeiro. Para elaboração dessa pesquisa foram feitas visitas aos cemitérios verticais que estão sendo construídos pela concessionária Rio Pax, em quatro bairros do Rio de Janeiro (Botafogo, Campo Grande, Inhaúma e Irajá), a fim de conhecer os métodos e particularidades da infraestrutura dos cemitérios.

Foram coletadas fotos, vídeos do processo de montagem e desfôrma das gavetas, e por meio das informações coletadas em campo desse método de construção foi possível fazer a revisão da bibliografia especializada no tema proposto e das normas que regem a construção dos cemitérios no Brasil.

O objetivo geral deste trabalho é o de apresentar as particularidades envolvidas na composição do método de construção vertical de cemitérios verticais, com apontamento do estudo de solo.

Como objetivos específicos seguem, relacionar os materiais e fôrmas usadas no processo de construção, apresentar o projeto de instalação e ventilação das sepulturas e abordar os aspectos da norma que regem os cemitérios.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O cemitério é um lugar afável para aqueles que procuram perpetuar a memória de seus entes que já partiram, que independente da religião, ainda assim velam-se os corpos para dar o último adeus. Um lugar não apenas considerado depósito de corpos, mas de memórias afetivas de alguém que já pertenceu a este plano (CARVALHO, 2012).

Com a evolução humana e das cidades, os cemitérios tiveram que acompanhar esse processo, até mesmo no que diz respeito à poluição que trazem ao meio em que estão sediados, e a estética, pois sempre foram vistos como algo tenebroso (CARVALHO, 2012).

### **Conceitos de Necrópole**

O cemitério sempre foi considerado como lugar santo, onde aqueles que partiram descansam pela eternidade, reflexos de uma cultura e o lugar para guardar a memória dos seus entes (THOMPSON, 2014).

O primeiro cemitério surgiu ainda na idade da pedra, a civilização tinha questão de perpetuar e de respeito pelos que partiram, por isso surgiu à ideia de cultuar espaços destinados a velar os corpos para que a alma pudesse repousar. Muitos acreditavam que se não fizessem isso os mortos sentiriam insatisfação e que com isso seriam assombrados por eles (PACHECO, 2000).

Considerados por Silva e Malagutti Filho (2009) como uma forma de aproximar os falecidos de Deus, os sepultamentos começaram a ser realizados dentro das igrejas, nem tão bem visto pelo povo nem pelas igrejas, que tinham que conviver com o mau cheiro

que exalavam da decomposição dos corpos (SILVA, SUGUIO e PACHECO, 2008).

Os corpos eram mantidos apenas com o lençol envolto do corpo e assim eram transportados para o velório, por costume da época não se usava caixões e quando tivesse necessidade eles eram alugados, levando a população ao risco de contágio por diversas doenças (SILVA, SUGUIO e PACHECO, 2008).

Nos cemitérios, distantes de suas casas e igrejas, de suas paroquiais, a céu aberto, os mortos encontrariam abrigos nos túmulos. Por isso muitos deles reproduziram cenários de igrejas e de capelas, em escalas reduzidas, enquanto outros, com morfologia laicizada, assemelhavam-se as residências de seus proprietários. Mas aquela altura não se tratava apenas de assegurar ao morto um lugar no céu, mas garantir também um lugar na terra, sob a proteção de uma coberta, aos cuidados da família, para lhe proteger das intempéries, e também resguardar a imagem de conservação do corpo. Nos túmulos acumulavam-se cadáveres, cada um conservando parte da sua individualidade, invocando lembranças comuns, memórias genealógicas, pois os túmulos passaram a ser também habitações familiares”(MOTTA, 2010, p.56).

O principal fator que fez com que os cemitérios se afastassem das igrejas foi à questão sanitária, a fim de evitar a disseminação de doenças entre os vivos e o grande aumento da população e mortalidade nas cidades se fez necessário criar um cemitério que fosse capaz de suprir a demanda da época (ALGRAVE, 2008).

Os cemitérios sofrerão modificações profundas em sua organização espacial, em sua estética e em seus símbolos com o passar dos anos. Essas modificações derivam das concepções sobre a morte defendidas pelos grupos, de modo que é possível estabelecer relação entre as crenças sobre a morte e a forma como os corpos mortos são tratados (THOMPSON, 2014, p.96).

De acordo com a Resolução nº335 CONAMA (2003), podem-se encontrar uma variedade de cemitérios, porém os mais comuns são os horizontais e os verticais: nos cemitérios horizontais os corpos são enterrados direto no solo (PACHECO, 2000) e nos cemitérios verticais os corpos são depositados em lóculos formando os pavimentos, além de contar com um sistema de tratamento para os gases e líquido dos corpos (PACHECO, 2001).

### **Questões urbanísticas associadas ao processo**

No século XIX todos os cemitérios tinham seus espaços delimitados, mas com o avanço das cidades e o aumento da população muitos tiveram que se expandir para se adequar à nova realidade da urbanização (BORGES, 2002). O crescimento dos grandes centros está ligado diretamente ao surgimento das rodovias (VILLAÇA, 2001).

Com o avanço dos centros urbanos, por sua vez tendo os cemitérios que se afastarem, as cidades acabaram crescendo ainda mais chegando a se aproximar novamente dos cemitérios, algo contraditório já que os cemitérios se distanciaram das grandes metrópoles por conta da desvalorização dos terrenos e repudia dos cidadãos em se morar próximos a eles (ROSA, 2003).

“A cidade dos mortos antecede a cidade dos vivos. Num sentido, aliás, a cidade dos mortos é precursora, quase o núcleo, de todas as cidades vivas. A vida urbana cobre o espaço histórico entre o mais remoto campo sepulcral da aurora do homem e o cemitério final, a Necropólis em que uma após a outra civilização tem encontrado o seu fim” (MUNFORD, 1998 p.13).

Hoje encontramos cemitérios próximos a centros urbanos que tiveram que acompanhar o avanço da civilização se modernizando, de acordo com o local em que está

inserido (HARIYONO, 2015). As pequenas cidades já são consideradas locais com baixo povoamento e com terrenos mais baratos, fazendo com que os cemitérios se instalem nos arredores por conta do vasto espaço encontrado (PALLONE, 2005). Segundo Rosa (2003) a acessibilidade de um cemitério para o ser humano é mais relevante do que propriamente a infraestrutura que ele oferece.

### Questões ambientais associadas ao processo

Do ponto de vista ambiental, existe um desconhecimento por parte da população de que os cemitérios possam ser fontes pontuais de contaminação. É possível ver que em muitos cemitérios a péssima administração é um dos fatores preocupantes quando falamos em saúde pública (ANJOS, 2013). Segundo Zychowski (2012) muitos países não têm uma política severa quando se trata em necrópoles, incluindo no Brasil que tem apenas um licenciamento ambiental.

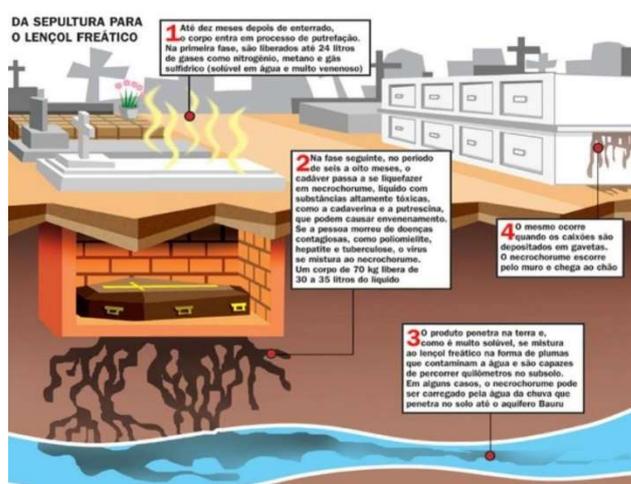
Na decomposição de um cadáver é liberada uma substância de cor acinzentada chamada de necrochorume, considerado o principal poluidor dos cemitérios, composto de sais minerais, água, patógenos, substâncias degradáveis, vírus e bactérias. Capaz de infiltrar o solo e chegar a profundidades a ponto de contaminar o lençol freático (ANJOS, 2013).

Os lençóis freáticos são muito suscetíveis ao processo antrópicos, devido ao posicionamento espacial no meio físico e acesso facilitado aos vetores químicos e microbiológicos, proporcionando pelo carreamento elixiviação de águas superficiais infiltrados e pluviais (CAMPOS, 2007, p.77).

Além do necrochorume, conforme mostra a Figura 1, as roupas que envolvem o corpo assim como os caixões, são materiais contaminantes e devem ser descartados adequadamente, pois em contato com a água da chuva podem levar substâncias degradáveis ao solo (KEMERICH et al. 2012).

Outro tipo de contaminação causada pelos cemitérios é a liberação de gases tóxicos como metano, amônia, dióxido de carbono, metanol e formaldeído, considerados perigosos a saúde (KEMERICH et al. 2012). Isso implica no aumento de doenças respiratórias causadas pelo lançamento de gases na atmosfera (SILVA, 1999).

Figura 1 – Esquema de lançamento de gases e necrochorume nos corpos hídricos



Fonte: Saravis, 2018.

A Resolução nº335 CONAMA (2003) instituiu alguns critérios para adequação para licenciamento dos cemitérios, e assim que entraram em vigor os órgãos estaduais e municipais passaram a fiscalizar os novos e antigos cemitérios, que tiveram que se adequar a resolução e o não cumprimento desta lei, cabe medidas severas. Os cemitérios são condicionados a um relatório de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e para que isso aconteça é realizado um estudo indicando as condições do lugar, profundidade do lençol freático, tipo de solo e levando em conta a necessidade do terreno para se abrigar um cemitério (WEBER, 2010).

### **Processo de sepultamento horizontal**

De acordo com a Resolução nº335 CONAMA (2003) “cemitério horizontal é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim”, conforme mostra a Figura 2. A primeira etapa para implantação de um cemitério horizontal é conhecer terreno que vai ser construído esse cemitério,

fazer uma sondagem e amostragem do solo, já que os sepultamentos são subterrâneos, e identificar o nível do lençol freático (SUGIO, 1998).

O monitoramento dos aquíferos subterrâneos nos cemitérios horizontais tem por objetivo acompanhar o nível da água do lençol freático, esse acompanhamento permite definir a disposição dos rejeitos nas águas subterrâneas, a quantidade de amostra a ser coletada dependera da área do terreno (CETESB 2001, apud REIS SOBRINHO, 2002).

Figura 2 – Cemitério horizontal



Fonte: O Globo Online, 2014.

O nível inferior da sepultura deve estar a uma distância de um metro e meio acima do nível do aquífero subterrâneo, deve-se dispor de sistema para tratar água das chuvas, a fim de evitar erosões e alagamento das covas (Resolução nº335 CONAMA, 2003)

### **Processo de sepultamento vertical**

O que diferencia o cemitério vertical do horizontal é apenas a estrutura que é depositada os corpos. Diferente do que se imaginam os corpos são postos na horizontal, um em cima do outro, separados apenas pelos lóculos, nome dado as gavetas que separam um corpo do outro, como mostra na Figura 3 (MEMORIAL VERACRUZ, 2014).

De acordo com o Decreto nº39094 de 12/08/2014 que institui o regulamento cemiterial e funerário do município do Rio de Janeiro, o pé direito não deve ser inferior a 2,60 m, assim como os jazigos devem obedecer às seguintes medidas: 0,80 m de largura, 0,60 m de altura e comprimento de 2,30 m.

Figura 3 – Cemitério vertical



Fonte: Prefeitura de São Paulo, 2020.

De acordo com a Resolução nº335 CONAMA (2003), cemitério vertical é um prédio composto de vários pavimentos específicos para sepultamentos, eles devem ser construídos por matérias que impeçam a saída de líquido e gases das gavetas para a atmosfera e é primordial o tratamento dos gases proveniente da decomposição dos corpos.

## **METODOLOGIA**

Por meio das revisões bibliográficas sobre gavetas verticalizadas fica evidente que esse novo conceito de necrópole surgiu, não somente, pela falta de espaço nas cidades para sepultamento, mas por uma questão ambiental que foi abordado nesta pesquisa no item 2.1.2. Visa-se expor de maneira concisa as técnicas construtivas, desde a preparação do solo, para acomodar a fundação até a montagem das formas, e a concretagem de todos os níveis, assim como o sistema para tratamento de gases que cada gaveta possui.

## **Sondagem**

O estudo de solo é fundamental para iniciar uma obra, visto que, de acordo com a análise é possível descobrir se é viável ou não a construção em determinada localidade. O cemitério vertical tem sua construção semelhante à de um prédio habitacional, onde sua sustentação é feita pela fundação que é apoiada diretamente no solo onde o Ensaio de Penetração no Solo, (Standard Penetration Test - SPT) é primordial, pois através dele é possível escolher a fundação que melhor atende ao projeto.

A investigação geotécnica é integrada por sondagem a percussão (SPT), mapeando uma determinada área estratigráfica e sua classificação do solo e nível do lençol freático e Índice de Resistência a Penetração do Solo (NSPT) ao número de golpes. Após os dados mapeados o construtor saberá qual a profundidade necessária para as fundações e suas respectivas dimensões, conforme a Figura 4a.

A sondagem de solo é como um raio-X do terreno, pois através dele será possível conhecer o solo de um terreno, tipos de rocha, dimensionar o tipo de fundação que aquela obra exigirá, assim como a profundidade necessária para o terreno suportar o peso da obra.

De acordo com a ABNT NBR 8036:1983 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios, a quantidade de furos é realizada de acordo com o tamanho do terreno, e o local onde serão os furos da sondagem segue as orientações do contratante.

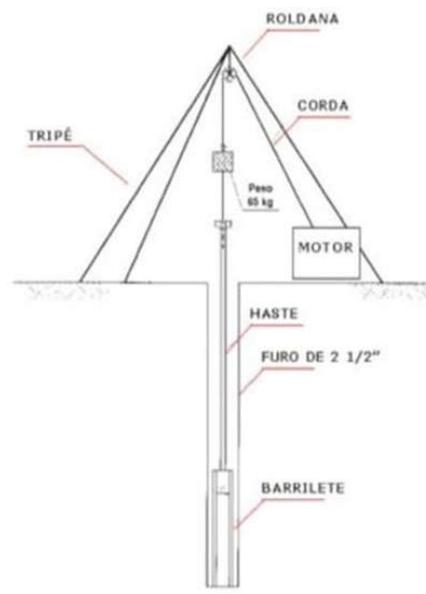
Já o segundo metro em frente de solo é posicionado em um tripé um amostrador padrão, a partir daí usa-se um bloco de ferro de 65 Kg que é fixado a uma altura de 75 cm e depois esse peso é solto fazendo com que o mesmo caia em queda livre até bater no barrilete de 1", que com a pressão crava o amostrador no solo até que penetre os 45 cm de solo.

Esses 45 cm são divididos em partes de 15 cm que a partir disto começa a contagem do número de golpes. A soma do número de golpes para penetrar os últimos

30 cm é eliminada, chamando o número de golpes ou número de SPT sobre o resultado do ensaio no solo de Belford Roxo.

Pode ser normal que não aconteça a penetração certa dos 15 cm, quando isso acontece deve-se anotar o número de golpes e o quanto foi cravado.

Figura 4 – (a) Sondagem a percussão e (b) Elementos para realização de sondagem



(a)

(b)

Fonte: (a) Gr Sondagens, 2019 e (b) Geoscan, 2019.

## Processo para execução de sondagem a percussão

Uma das etapas fundamentais para execução de uma obra é a sondagem. Dela serão obtidas informações hidrológicas e geológicas do terreno. O equipamento de SPT é composto por um tripé, um peso suspenso de 65KG, que é padrão da ABNT NBR 6484:2001 – Sondagem de simples reconhecimento com SPT, e o amostrador ou barrilete, Figura 4b.

Por meio das amostras colhidas no ensaio é possível conhecer as camadas de solo que compõem o subsolo, onde é seguida cada etapa para a sondagem.

- a) Amostrador-padrão: quando se atinge um metro de profundidade é posicionado o amostrador para testar a resistência do solo ao ensaio;
- b) Marcação: é realizado a partir dos 45 cm cravados, os primeiros 15 cm funcionam com uma referência para o número de golpes;
- c) Posição do martelo: é posicionado a uma altura de 75 cm e a contagem nos primeiros 45 cm, todo o resultado do ensaio sendo anotado por um técnico a cada 15 cm;
- d) Coleta de amostra: a cada metro é extraído do solo uma amostra de material, possibilitando a identificação do solo;
- e) Teste de umidade: é realizado apenas quando o solo estiver úmido ao ser

escavado, pois indica a presença de lençol freático no local;

f) Torquímetro: usado para determinar o atrito entre o solo e o amostrador.

## Terraplanagem

A terraplanagem é um conjunto de etapas necessárias para nivelar um terreno a fim de torná-lo com uma nova formação topográfica, ou seja, plano. Através de estudos do topógrafo é possível saber o quanto de corte será feito no terreno, assim como os equipamentos necessários para remoção do solo. Para que o terreno se torne plano, deve ser feito um corte ou um aterro. Caso haja o corte, o excesso de solo deve ser removido pelos equipamentos, onde este excesso possa ser destinado ao bota-fora. Um montante poderá ser reaproveitado para a devida compactação do mesmo terreno onde o solo foi removido, caso seja verificada essa necessidade no projeto, Figura 5.

Figura 5 – Remoção de terra para o bota-fora



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

O terreno passa por um corte de aproximadamente 3,50 m de altura para seu nivelamento, Figura 6. Antes de iniciar a terraplanagem o terreno precisa estar limpo e sem presença de vegetação.

Figura 6 – Corte no terreno



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Com o terreno plano são usados equipamentos que irão diminuir os vazios do solo através da pressão e vibração, como o rolo compressor ou o rolo pé de carneiro, Figura 7a e b.

Figura 7 – (a) Preparação do terreno para compactação e (b) Compactação do terreno



(a)

(b)

Fonte: (a) e (b) Acervo fotográfico dos autores, 2020.

### **Resolução N° 335 do CONAMA:2003**

Desde os primórdios o ato de se enterrar próximo de residências ou igrejas era comum, pois havia uma crença por parte dos familiares ao achar que os seus entes estariam mais próximos na morte, e mesmo ao passar dos tempos os cemitérios nunca foi motivo de preocupação pelo seu poder contaminante.

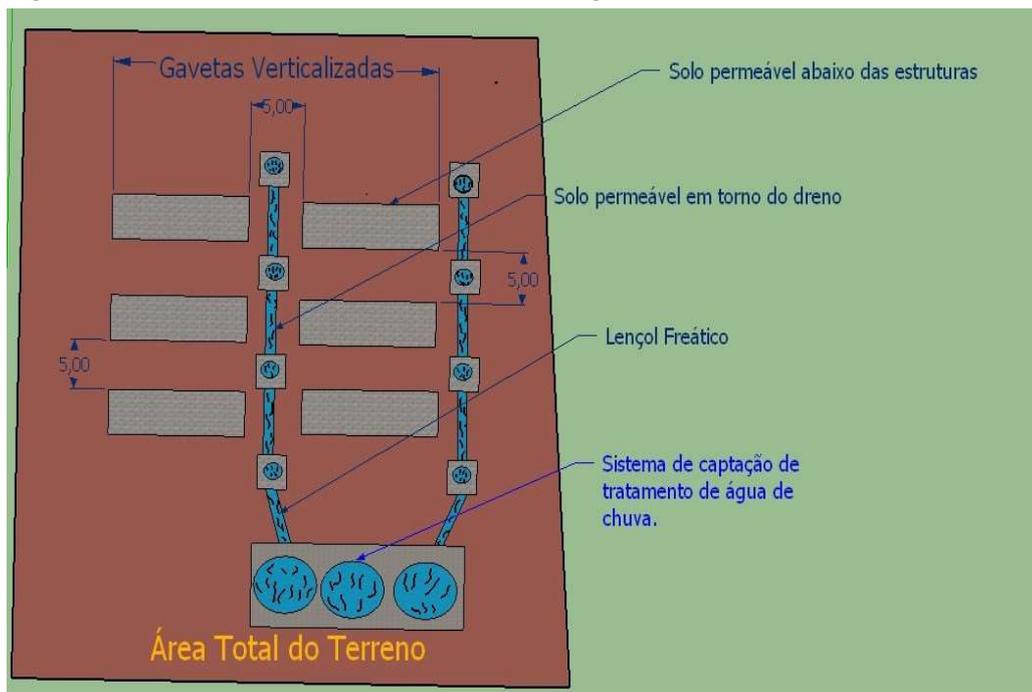
Com o aumento das doenças causadas com a decomposição dos corpos, contaminação de lençol freático e vegetação, foi instituída a Resolução n°335 do CONAMA (2003) que estabelece a disposição dos cemitérios e tratamento de gases e resíduos oriundos da decomposição. Para efeitos da norma os cemitérios horizontais e os cemitérios verticais estarão submetidos ao licenciamento ambiental para funcionamento.

De acordo com a Resolução n°335 do CONAMA (2003) cemitério é, “área destinada a sepultamento”, onde a norma explica sobre os tipos de cemitérios existentes, sendo o principal, cemitério horizontal e cemitério vertical.

Construir cemitérios em áreas de preservação ou que necessitem de desmatamento é proibida pela norma, assim como construir cemitérios sob o nível do lençol freático sem que se tenha um plano para tratamento ou drenagem desta água, o projeto deverá ser assinado por profissional habilitado e nele contendo as providencias para reduzir os impactos ambientais, caso contrário, penalidades e serão aplicadas.

No que diz a respeito ao terreno (Figura 8), as sepulturas deverão ser feitas acima do nível do terreno. A área do terreno deve ter um recuo de 5,00 metros em relação ao espaço do cemitério, e deverá ter um sistema de captação de tratamento de água de chuva, o subsolo precisa ser composto de material que permita a passagem de água entre o fundo das sepulturas e o lençol freático.

Figura 8 – Distância do terreno e tratamento de água de acordo com o CONAMA



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Os resíduos da exumação deverão ser descartados de forma adequada, e no caso de inatividade do cemitério o proprietário deve solicitar o plano de encerramento de atividades e nele conter planos de recuperação do meio ambiente e possível indenização às vítimas causadas pela contaminação dos resíduos.

### **Regulamento cemiterial e funerário do município do Rio de Janeiro - Decreto Nº 39094:2014**

Este decreto é usado como base para muitos cemitérios no município do Rio de Janeiro por ser completo e abranger diversos métodos para humanizar o sepultamento. Visto que outras prefeituras, de demais municípios não têm seu próprio regulamento, dispoendo sobre o funcionamento de seus próprios cemitérios, este é adotado como base para o trabalho.

O decreto foi criado para organizar a administração dos cemitérios no município do Rio de Janeiro e atividades fúnebres, e para garantir melhorias no que tange a sustentabilidade e qualidade dos serviços. Assim como a Resolução nº335 do CONAMA (2003), esse decreto institui medidas para minimizar o lançamento de gases na atmosfera, onde cada sepultura precisa sistema de tratamento, e não contaminar o lençol freático e cursos d'água.

Nos cemitérios tradicionais, o sepultamento deverá ser realizado abaixo do nível do terreno, já os verticais as estruturas devem ser definitivas, onde em ambos os cemitérios o projeto de construção aprovado pelo município de cada cidade.

Para os cemitérios horizontais, o projeto deve constar informações de como localização do terreno, facilidade em circulação para pedestre e trânsito de veículos, estar em acordo com a preservação do meio ambiente e saúde pública, sendo o mínimo de 20.000 sepulturas. O estudo no solo deve ser primordial e nele constar detalhes da sondagem, como quantidade de furos, solo encontrado e água subterrânea. O fechamento de muro em torno do cemitério deverá ter no mínimo 3,00 m de altura, e em relação ao tamanho das sepulturas elas devem ter 1,55 m de profundidade; 1,80 m de comprimento e

0,50 m de largura.

Para os cemitérios verticais, no que diz a sua construção, o pé direito não pode ser menor que 2,60 m, assim como a circulação entre um pavimento e outro deverá ter o mínimo de 3 m de largura.

Art.61. Parágrafo único. Os jazigos poderão ser sobrepostos e justapostos, de modo a formar um conjunto, obedecidas as seguintes características:

I - a sobreposição poderá ser, no máximo, quatro jazigos por pavimento;II - a justaposição poderá ser, no máximo, vinte e cinco jazigos;III - a cada vinte e cinco jazigos justapostos deverá ser prevista a circulação de acesso (Regulamento cemiterial e funerário do município do Rio de Janeiro, 2014, p15).

A medida dos lóculos deverá respeitar 0,80 m de largura; 0,60 m de altura e 2,30 m de comprimento, e a cada 25 lóculos construído terá uma circulação de acesso para os visitantes, sendo o mínimo de 2.000 sepulturas.

### **Sobre o tratamento do necrochorume e dos gases da decomposição**

O necrochorume é um líquido escuro e fétido proveniente da decomposição do corpo, o principal causador de contaminação do cemitério, trazendo malefícios a saúde humana ao entrar em contato com águas subterrâneas. Os impactos acarretam riscos à saúde humana causando distúrbios tais como vômitos, diarreias, cólicas etc. Os cemitérios horizontais e verticais são regidos pela Resolução nº335 do CONAMA (2003), que estabelece critérios nos quais garante a decomposição do corpo e a proteção das águas submersas do necrochorume e dos gases da decomposição.

As gavetas verticalizadas serão impermeabilizadas e testadas com o teste de estanqueidade para que não possibilite o risco de contaminação pelo necrochorume. Serão instalados drenos com tubulações de Cloroproleto de Vinila Clarado (CPVC) que terão o objetivo de fazer a sucção dos gases poluentes, tratando dentro da máquina inativador de gases e produzindo com o lançamento na atmosfera CO<sub>2</sub>.

Existem diversos métodos para tratar o necrochorume dentre eles o filtro biológico, após a aplicação de uma manta no fundo dos túmulos é colocado drenos que levarão os líquidos até os filtros biológicos. Outro método são as pastilhas e mantas absorventes, as pastilhas são formadas por bactérias que consomem matéria orgânica e as mantas é composta por material impermeável que fica no fundo dos túmulos, quando o necrochorume é liberado ele se junta a camada de celulose contida na manta e vira um gel, impedindo que o mesmo escoe.

E o tratamento de forma anaeróbica, com presença de oxigênio, onde ele é tratado e lançado na atmosfera sem causar prejuízos ao meio.

### **DESENVOLVIMENTO**

Estudo de caso baseado na construção do primeiro cemitério vertical da cidade de Belford Roxo, Figura 9. Para a realização deste trabalho foi acompanhado todo o processo construtivo de cada gaveta verticalizada. De acordo com o projeto serão construídos aproximadamente seis prédios no total, sendo dois com 12 níveis, um com 25 níveis e três com 14 níveis.

Figura 9 – Localização do cemitério



Fonte: Google Maps, 2020.

### Localização do terreno

O local escolhido para construção do primeiro cemitério vertical fica na cidade de Belford Roxo, no bairro Redentor, ao lado do cemitério israelita Chevra Kadisha. O local estava abandonado e tomado por vegetação. De acordo com o projeto a área total a ser construída é de 3.827,38 m<sup>2</sup> contendo, aproximadamente, 11.788 gavetas e 12.350 columbários, conforme mostra a Figura 10, da planta da localização do terreno.

Figura 10 – Planta de arquitetura e localização do cemitério vertical em Belford Roxo

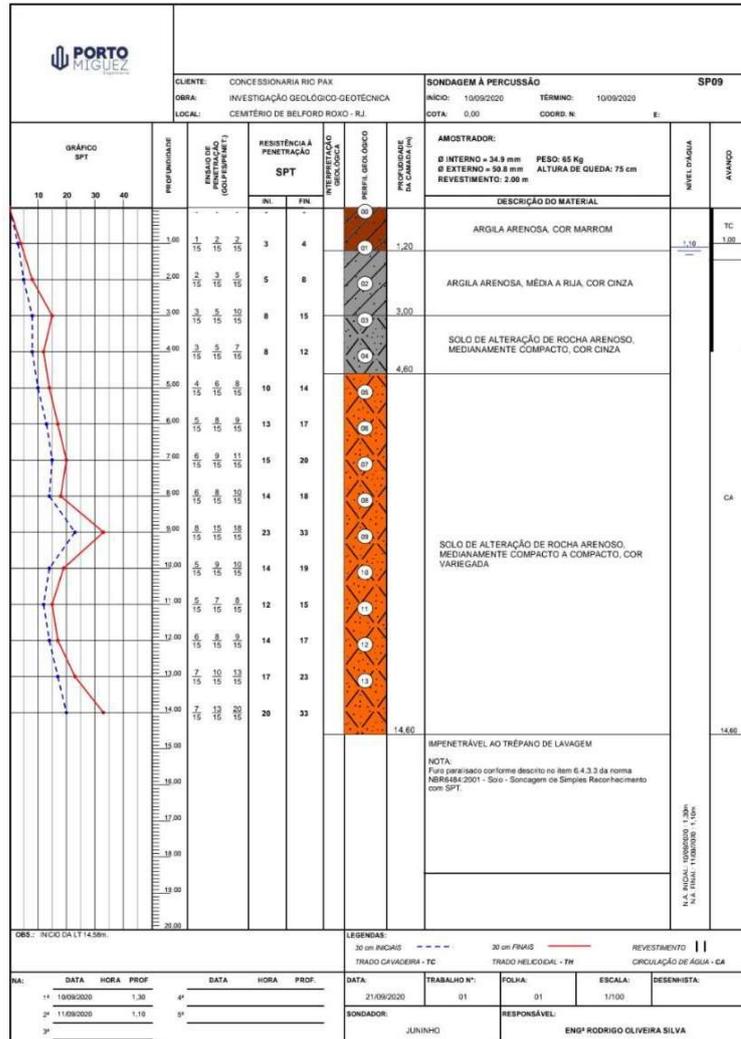


Fonte: Rio Pax, 2020.

### Relatório de sondagem em SPT do cemitério de Belford Roxo

O terreno passou por um corte de aproximadamente 3,50 m de altura para o seu nivelamento. A sondagem foi realizada seguindo a ABNT NBR 6484:2001 – Sondagem de Simples Reconhecimento com SPT, e através do relatório (Figura 11), descobriu-se o lençol freático a 1,10 m de altura. Já em relação ao solo com 1,20 m foi encontrado um solo composto por argila arenosa e nos 3,00 m de profundidade de cor acinzentada. Foram feitos no total 12 furos para o ensaio de SPT.

Figura 11 – Ensaio de SPT do cemitério de Belford Roxo



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

### Tipo de solo encontrado na percussão

Ao ser realizado o ensaio de SPT foi identificada turfa no solo do terreno do cemitério em construção, como mostra a Figura 12a. A turfa é formada pela decomposição de materiais vegetais que são depositados em regiões inundadas e com pouca oxigenação, o que explica a sua coloração escura, desde marrom a tons de preto, conforme a Figura 12b.

A sua composição pode ser alterada de acordo com a vegetação, clima, grau de transformações até a sua formação, onde podem ser encontrados musgos, folhas, ciperáceas (plantas que crescem em regiões alagadas).

São classificadas em amorfas, formadas em ambientes aquosos e por vegetais; e fibrosas formadas pelo acúmulo de materiais orgânico de aspecto gelatinoso e coloração escura, sendo o solo com baixa resistência ao cisalhamento, um solo com presença de turfas deve ser bem analisado para que não ocorram problemas com a estrutura, como o recalque diferencial a Figura 12c.

Por ser um solo composto de material orgânico o solo recebeu tratamento para ganhar resistência para a fundação, sendo tratada da seguinte forma: foi extraído o material orgânico, e colocados no local pó de pedra e rachão e o solo compactado com rolo pé de carneiro de 9 toneladas, para que o solo tenha estabilidade e não cause recalques a estrutura.

Figura 12 – (a) Material orgânico, (b) Turfa e (c) Turfa encontrada após escavação



Fonte: (a), (b), e (c). Acervo fotográfico dos autores, 2020.

### Projeto de drenagem do lençol freático

Durante o processo de escavação foi encontrado o lençol freático a 1,10 m do nível do solo, Figura 13, e foi feito tratamento para o seu rebaixamento, o lençol ele foi mantido baixo.

Figura 13 – Lençol freático



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Sobre o lençol freático foi lançado pó de pedra para assentamento do tubo como mostra na Figura 14, dimensionado um dreno para escoamento da água subterrânea com tubulação de 150 mm, isolado com manta geotêxtil (Bidim) Figura 15.

Figura 14 - Lançamento de pó de pedra no lençol Bidim



Figura 15 - Envolvimento do tubo com manta freática



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Sobre o tubo com manta geotêxtil foi lançado brita 1 e depois foi colocado outro tubo de 150 mm para drenagem, Figura 16, e jogado por cima dele um pouco do solo do próprio terreno para a compactação do local, conforme a Figura 17 mostra.

A drenagem o lençol freático é feito para evitar deslizamento do solo além de evitar problemas futuros de infiltração nas construções, onde é possível executar a fundação após o rebaixamento.

Figura 16 - Dreno vertical em colchão de brita 1



Figura 17 - Finalização do processo de drenagem



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Fundação

Para execução do radier no cemitério, o solo foi nivelado e compactado com pó de pedra e conferido o nível do terreno. Optou-se por construir uma fundação em radier, Figura 18, por ter encontrado material orgânico no solo, sendo este um solo com baixa capacidade de carga, e no caso esta fundação foi executada para que a estrutura não esteja sujeita a recalques futuros com aparecimento de trincas e rachaduras.

Após esse processo foi feita a montagem dos painéis, de acordo com a medida do projeto exigida, forrado uma lona plástica de 4 mm em cima do radier, para que a água não evapore muito rápido quando for lançado o concreto usinado, e após colocado armadura Q92 15x15 dupla, Figura 19, com distanciadores de 7 cm dividindo e garantindo o cobrimento do concreto.

Figura 18 – Montagem do radier



Figura 19 – Tela Q92



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

A concretagem do radier foi feita in loco e o concreto bombeado na fundação, conforme a Figura 20. O concreto usado deve atender a resistência mínima estabelecida para a estrutura de fck 25 MPa, slump 180+/-30 e brita 0. A área total concretada foi de 24,00 m x 4,90m x 0,20 m com um volume de 23,53m<sup>3</sup> de concreto. Os painéis foram retirados no dia seguinte, conforme a Figura 21.

Figura 20 – Concretagem do radier



Figura 21 – Radier concretado



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Estrutura (gavetas e columbários)

A estrutura nuclear do cemitério vertical compreende a edificação de gavetas e columbários. As gavetas são locais que abrigam as urnas no sepultamento, e sua estrutura deve possuir resistência para abrigar as urnas, assim como permitir que o conjunto se comporte de modo monolítico.

Os columbários são locais destinados a guardar urna com cinzas ou os restos mortais, após exumação e cremação. Ambas as estruturas são padronizadas e utilizam-se de fôrmas nas suas edificações.

## Fôrmas

As fôrmas de gavetas (Figura 22a) e columbários (Figura 22b) utilizadas na construção da estrutura do cemitério vertical, são formas metálicas para uso de concreto usinado. Este tipo de fôrma e alguns de seus acessórios foram fabricados de acordo com

a necessidade do projeto, em específico, em um projeto de otimização, pois alguns itens constituintes são encontrados no mercado em tamanhos diferentes ao exigido pelas gavetas.

Figura 22 – (a) Fôrma de gaveta e (b) Fôrma de columbário



(a) (b)  
Fonte: (a) e (b) Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Gavetas

As fôrmas das gavetas verticalizadas são divididas em três partes: esqueleto (estruturas) pesando 75 kg, fôrma lateral direita e fôrma lateral esquerda, ambas com peso de 85 kg, que são ligados por uma alavanca que trava uma na outra, formando a principal estrutura dos lóculos, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Estrutura principal das gavetas verticalizadas com travamento



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

As fôrmas das gavetas foram projetadas respeitando o Decreto nº39094:2014, sobre as medidas mínimas de uma sepultura: 0,60 m de altura, 0,80 m de largura e 2,40 m de comprimento.

## Columbários

Assim como as fôrmas das gavetas, as de columbários, também foram projetadas possuindo as seguintes dimensões: 0,32 m de altura, 0,32 m de largura e 0,68 m de comprimento.

Os columbários ficam na lateral direita e lateral esquerda de cada prédio, os mesmos são concretados juntos com as gavetas, como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Fôrmas de columbários prontas na lateral



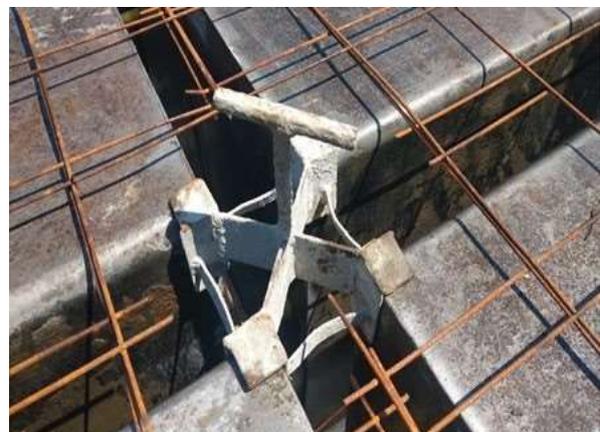
Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Acessórios

Em cada processo de montagem das gavetas e columbários são utilizados alguns acessórios como, treliça, travamento das fôrmas, porca de ancoragem, alinhador, trava de alinhamento e a trava de fundo de gavetas, onde cada um deles tem a sua funcionalidade, tal como dar sustentabilidade na concretagem e não correr o risco da fôrma abrir e perder o concreto. Sejam estes:

- a) Treliça: É usada para dar sustentação na junção de dois níveis de columbários (Figura 25a);
- b) Travamento das fôrmas: É feito o travamento das gavetas para que não ocorra o vazamento do concreto, onde há um cuidado particular para colocação de cada acessório, de modo que o mesmo não se perca. É inserido um tirante de 5,8" nos espaços entre as gavetas e columbários (conforme mostra a Figura 25b), de modo que este ligue o fundo de uma gaveta a outra e ligue os columbários até a grade de apoio;
- c) Alinhador e porca de ancoragem: É inserido o alinhador nos tirantes, dando mais sustentabilidade no travamento das fôrmas, mostrados na Figura 25c, e por último é colocada a porca de ancoragem que irá travar todos os acessórios garantindo que o funcionamento de cada um deles, Figura 25d.;
- d) Trava de alinhamento: Para que a gaveta não corra, ou saia do prumo, é feito o travamento na parte inferior da gaveta, conforme a Figura 25e mostra, para não sair do alinhamento de uma gaveta a outra;
- e) Trava de fundo: Já para o travamento da parte superior das gavetas é usado a trava tipo cruzeta nos fundos de uma gaveta para a outra, conforme a Figura 25f;
- f) Grade de apoio: A grade de apoio, Figura 25g, é fabricada com o propósito de atender a necessidade de peso da parede estrutural de apoio dos columbários, dando mais sustentabilidade a carga estrutural.

Figura 25 – (a) Treliça, (b) Tirantes sendo inseridos nas fôrmas, (c) Alinhador, (d) Porca de Ancoragem, (e) Trava de alinhamento, (f) Trava de fundo e (g) Grade de apoio



Fonte: (a), (b), (c), (d), (e), (f) e (g) Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Desfôrma das gavetas

Para que a fôrma seja removida, após o seu travamento pelos acessórios, utilizam-se equipamentos de modo a facilitar a desfôrma sem prejudicar a estrutura já formada. São utilizados como equipamentos de desfôrma:

- a) Esticador hidráulico: O esticador hidráulico (Figura 26a), é usado para destravar as abas da fôrma lateral direita e lateral esquerda, através de movimentos de fricção manual.
- b) Macaco hidráulico: O macaco hidráulico (Figura 26b) destrava o esqueleto da fôrma de gaveta sem grandes esforços (Figura 26c), para só depois ser feito o destravamento total da estrutura.

Figura 26 – (a) Esticador hidráulico, (b) Macaco hidráulico, e (c) Macaco hidráulico sendo usado para desprender a fôrma



Fonte: (a), (b), e (c). Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Óleo desmoldante

O óleo desmoldante é usado para aproveitamento das fôrmas e para preservar o estado do concreto, quando bem aplicado diminui o aparecimento de fissuras e melhora a aparência final da peça.

O óleo desmoldante é um produto químico muito usado na construção civil pela sua aplicabilidade, entre elas, é usado entre as fôrmas e o concreto para impedir que as peças fiquem aderidas possibilitando a desforma. Forma-se uma película na peça onde foi aplicado o produto, impedindo a aderência do concreto com a fôrma e protegendo contra corrosão do material e umidade.

A aplicação do desmoldante pode ser com pincel, pulverizador, rolo ou trincha, e deve ser passado de maneira uniforme sem deixar excesso de produto, ocasionando um ótimo acabamento na peça, mostrados na Figura 27. Recomenda-se que a cada reutilização da peça e aplicação do produto, a mesma seja devidamente limpa para evitar que restos de produtos anteriores prejudiquem a aplicação do desmoldante.

Figura 27 – Aplicação do óleo desmoldante



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Lajes

A estrutura principal das gavetas e dos columbários é feita de concreto armado. A tela Q61 15x15 é utilizada nas paredes de cada gaveta junto com o distanciador de parede, Figura 28a, na laje é colocada com o distanciador multiapoio, sendo após lançado sobre ela o concreto usinado, Figura 28b.

No fundo dos columbários com a lateral das gavetas também levam tela Q61 15x15 com o distanciador circular. Cada parede tem em torno de 10 cm de espessura de concreto, incluindo a laje.

Figura 28 – (a) Tela Q61 usada para lajes e (b) Tela Q61 usada para fundo de gavetas



(a)

(b)

Fonte: (a) e (b). Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Espaçadores

Os espaçadores são usados para garantir o cobrimento do concreto na armadura. Na construção das gavetas foram utilizados alguns em específico, como o distanciador de parede, Figura 29a, utilizado nas telas Q61 para as paredes das gavetas, garantindo acabamento e posicionamento da tela.

Já na tela Q61 para a parede dos columbários é usado um distanciador circular modelo c15 e diâmetro de 40 mm, Figura 29b, possibilitando o mínimo de contato com as fôrmas.

Já nas lajes das gavetas e nos radies é usado o distanciador multiapoio MA 20, Figura 29c, para apoiar a armadura e garantir o cobrimento inferior da tela, facilitando o posicionamento das peças e garantindo a produtividade.

Figura 29 – (a) Distanciador de parede, (b) Distanciador circular, e (c) Distanciador multiapoio



Fonte: (a), (b), e (c). Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Pingadeiras

As pingadeiras, conforme Figura 30, são usadas para acabamento do último nível do bloco de gavetas verticalizadas, a fim de minimizar possíveis patologias decorrentes da ação da chuva sobre a estrutura.

Figura 30 – Pingadeira



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

## Isolamento das sepulturas

As sepulturas devem ser isoladas por materiais que impeçam o vazamento de líquidos e gases para fora de acordo com a Resolução nº335 CONAMA (2003), e como material isolante nas sepulturas e para contenção do necrochorume, foi usada a ardósia pelas suas vantagens que ela apresenta, conforme a Figura 31.

A ardósia apresenta algumas características que favorecem o seu uso como isolamento, resistência a intemperismo e ácidos, resistente ao calor, se deforma menos, absorção pequena de umidade, com uma média resistência a penetração, além de sua durabilidade ser maior para a construção. Diferente da tampa de concreto que com o tempo se deteriora e começa a apresentar armadura exposta, sendo sua duração e custos bem maiores que a ardósia.

Figura 31 – Tampas em ardósia usadas para fechamento das gavetas



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Conforme a Figura 32, para o fechamento das gavetas e columbários no cemitério vertical, foi escolhida a ardósia para conter os gases lançados pela decomposição e resíduos da decomposição.

Figura 32 – Fechamento das gavetas em tampas de ardósia



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Para evitar que o líquido do necrochorume escoe para fora, é colocado no interior de cada gaveta uma placa de contenção em ardósia (Figura 33a), e sobre ela é depositado a urna de modo inclinado para baixo, fazendo com que o líquido da decomposição escorra para trás da gaveta até ser evaporado e captado pelos tubos de Cloropireto de Vinila Clarado (CPVC), conforme mostra a Figura 33b.

Figura 33 – (a) Placas de contenção de ardósia e (b) Pedra de contenção do



Fonte: (a) e (b) Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Figura 34 – Teste de estanqueidade



Fonte: Acervo fotográfico dos autores, 2020.

Uma etapa fundamental realizada em todas as gavetas é o teste de estanqueidade, Figura 34, onde as gavetas são encharcadas por 72hs com água, a fim de garantir a funcionalidade das quanto ao vazamento do necrochorume.

### Inativador de gases

Os inativadores de gases, Figura 35a, funcionam por decomposição aeróbica, com presença de oxigênio, pois assim a decomposição ocorre mais rápida, aliados a dois fatores como, baixa pressão e liberação de calor na decomposição garantem que o necrochorume seja evaporado.

Dentro de cada gaveta é inserido um tubo de CPVC, que é responsável por captar os gases formados pela decomposição e levar até o inativador para ser tratado, conforme a Figura 35b mostra.

O gás sulfídrico e o dióxido de carbono ao entrarem no dispositivo, Figura 35c e Figura 35d, e por meio de uma solução com soda cáustica que é preparada no local, são transformados em carboneto de sódio e sulfeto de sódio por troca química, considerados não poluentes.

Figura 35 – (a) Dispositivo inativador de gases, (b) Tubo de CPVC no interior das gavetas, (c) Tubos de CPVC que transportam os gases e (d) Tubulação de CPVC instalado no inativador





Fonte: (a), (b), (c) e (d) Acervo fotográfico dos autores, 2020.

A manutenção dos inativadores de gases é feita mensalmente, assim como limpeza de qualquer resíduo, pois alguns gases ao reagir com o hidróxido de sódio se cristalizam, comprometendo a funcionalidade do equipamento quando não é feita a manutenção preventiva. Considerado como um mecanismo inovador no cemitério, tem a devida tratativa para os poluentes gerados pela decomposição dos restos mortais.

## CONCLUSÃO

Esse trabalho possibilitou entender o processo construtivo da estrutura das gavetas e columbários que compõem o cemitério vertical, especificamente na cidade de Belford Roxo, desde a preparação do solo, que vai receber a fundação, até o funcionamento dos inativadores de gases, como é o tratamento do necrochorume e a relação com a falta de espaço. E baseado nestes pontos principais, percebe-se a real necessidade de se construir um cemitério vertical, sejam suas vantagens construtivas associadas ao processo de verticalização, seja para o benefício da sociedade como para o meio ambiente.

Para entender como funciona esse processo foram estabelecidos os objetivos específicos. Em um primeiro momento foram identificadas as fôrmas usadas para moldar cada gaveta e columbários, assim como os materiais que fazem parte desta composição, que de acordo com o estudo de caso apresentado, foram confeccionados para atender o projeto da obra. Na sequência explica-se a aplicação do uso do inativador de gases e o tratamento do necrochorume, assim como as leis que regem os cemitérios verticais no Brasil.

Percebe-se que o maior problema que um cemitério oferece hoje é em relação ao não tratamento dos seus resíduos ou lançamento desenfreado do necrochorume nos lençóis freáticos, e a lei, assim como a concepção do cemitério vertical apontam como uma solução de modo a padronizar e inovar, o processo de sepultamento.

Por outro lado, a falta de espaço entre as cidades, por causa da expansão populacional, fez com que os cemitérios se modernizassem ainda mais e com isso se percebe uma corrida em alguns cemitérios para mudar à sua maneira de sepultar, modificando seu espaço arquitetônico e levando para os familiares um ar de tranquilidade e conforto em relação ao ambiente.

É evidente a diferença de um cemitério horizontal e vertical em relação à sua estrutura. Enquanto um acompanha o desenvolvimento tecnológico, o outro mantém seus traços históricos.

Observou-se que o modo construtivo de um cemitério vertical se assemelha a um prédio convencional, e que sua sustentação é escolhida de acordo com estudo realizado no solo do terreno, assim como a necessidade eventual da drenagem do

lençol freático.

O tratamento dos gases provenientes da decomposição dos restos mortais em cada gaveta, é feita respeitando às normas a que o cemitério é submetido, assim como as dimensões exigidas por estas normas.

Mesmo após a apresentação deste estudo de caso, se faz necessário aprofundar no tema em relação as questões ambientais relacionadas aos cemitérios e os malefícios a saúde que ele traz quando não tratados adequadamente. Os casos de acidentes com o necrochorume ao entrar em contato com o lençol freático próximo a residências e o as medidas adotadas para tal problema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amar Assist, Artigos. **Curiosidades que vão além. O maior cemitério vertical do mundo é brasileiro e está no Guinness Book**, 2020. Disponível em: <http://maracanaassistencia.com.br/blog/curiosidades-que-vaio-alem-o-maior-cemiterio-vertical-do-mundo-e-brasileiro-e-esta-no-guinness-book/> Acesso em: 15 de março de 2021.

APPEL, Camilla. MOREIRA, Jéssica. **O cemitério mais alto do mundo**. Folha de São Paulo, 2016. Disponível em: <https://mortesemtabu.blogfolha.uol.com.br/2016/10/28/o-cemiterio-mais-alto-do-mundo-e-brasileiro/>. Acessado em 05 de março de 2021.

Amar assist. **Cemitério Vertical: tudo o que você precisa saber**. Amar Assist, 2018. Disponível em: <https://amarassist.com.br/artigos/cemiterio-vertical-tudo-o-que-voce-precisa-saber#:~:text=Quanto%20aos%20cemit%C3%A9rios%20verticais%2C%20os,receber%C3%A1%20o%20tratamento%20mais%20adequado.> Acessado em 21 de março de 2021.

ANJOS, Roberta. **CEMITÉRIOS: UMA AMEAÇA À SAÚDE HUMANA**. CREA-SC, 2013. Disponível em: <http://www.creasc.org.br/portal/index.php?cmd=artigosdetalhe&id=2635#.YJMn6bVKiUn>. Acessado em 17 de março de 2021.

ALBERTIN, Ricardo *et al.* **Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical**. Portal Revistas da UFRR, 2013. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/894>. Acessado em 16 de março de 2021.

ARAUJO, Tatiane *et al.* **Fatores associados à contaminação do solo: Decomposição, tratamento de cadáveres e materiais funerários**. Brazilian Journals, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/21269>. Acessado em 08 de março de 2021.

ANDRADE, Ana Paula. **O cemitério como espaço multifuncional: um estudo de caso em Tangará da Serra – MT**. Portal de Revista USP, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/168083>. Acessado em: 10 de março de 2021.

BEULK, Cláudia. **Necrópole planejada: projeto de um cemitério ambientalmente adequado**. Repositório UCS, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/4351/Tcc%20Claudia%20Beulk.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 12 de março de 2021.

BACIGALUPO, Rosiane. **Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais**. Portal de Publicações Eletrônicas da UERJ, 2012. Disponível em: <https://www.e->

publicacoes.uerj.br/index.php/niesbf/article/view/4461/3264. Acessado em: 04 de março de 2021.

BORGES, Maria. **Manifestações Artísticas contemporâneas em espaços públicos convencionais (cemitérios secularizados)**. Arte Funerária Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.artefunerariabrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/08/manifestacoesartisticas-contemporaneas.pdf>. Acessado em 10 de março de 2021.

BOCCHESI, Mariele. FRANCO, Gilza. WINCKLER, Silvana. **Avaliação para a adequação jurídico-ambiental de artigos um cemitério em área urbana**. Unochapecó, 2014. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/1930>. Acessado em 01 de março de 2021.

CARVALHO, Leonardo. **Necrochorume: Aspectos da mobilidade e a mitigação dos impactos**. UFJF, 2019. Disponível em: [https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2019/05/TFC\\_LEONARDO\\_necrochorume-CORRIGIDO.pdf](https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2019/05/TFC_LEONARDO_necrochorume-CORRIGIDO.pdf). Acessado em 13 de maio de 2021.

CARVALHO, Hugo. AFONSO, Luís. **A inclusão do cemitério no espaço da cidade**. Repositório Universidade de Lisboa, 2012. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/5986>. Acessado em 12 de março de 2021.

Cemitério Ecológico. **Conheça o Sistema Decomposição Aeróbica Assistida em Baixa Pressão**, 2021. Disponível em: <https://cemiterioecologico.com.br/26/como-funciona/>. Acessado em 16 de abril de 2021.

CUSTÓDIO, Aline. **Com cemitério superlotado, Belford Roxo quer construir dois novos locais para sepultamentos**. Extra, 2012. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/rio/baixada-fluminense/com-cemiterio-superlotado-belford-roxo-quer-construir-dois-novos-locais-para-sepultamentos-4085434.html>. Acessado em: 28 de março de 2021.

CUSTÓDIO, Aline. **Na Baixada Fluminense, para ser enterrado é preciso ter sorte**. Extra, 2011. Disponível em: <https://extra.globo.com/noticias/rio/na-baixada-fluminense-para-ser-enterrado-preciso-ter-sorte-1926167.html>. Acessado em 28 de março de 2021.

Cemitério São Miguel das Almas. **Sobre o Cemitério São Miguel e Almas**, 2019. Disponível em: <http://cemiteriosaomiguel.org.br/historico/>. Acessado em: 12 de março de 2021.

CARVALHO, Hugo. **A inclusão do cemitério no espaço da cidade**. Repositório da Universidade de Lisboa, 2012. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/5986>. Acessado em 22 de março de 2021.

CONAMA N°335:2003. **Resolução N°335 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2003**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>. Acesso em: 02 de março de 2021.

**Decreto N° 39094 DE 12/08/2014**. LegisWeb, 2014. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=273598>. Acessado em 20 de março de 2021.

EVANGELISTA, Aline. **A atividade cemiterial como fonte de contaminação do solo**. IBEAS, 2020. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/XI-029.pdf>. Acessado em: 05 de março de 2021.

FRANCISCO, Agatha. **Tratamento do necrochorume em cemitérios**. Atas de Saúde Ambiental, 2017. Disponível em:

<http://189.2.181.205/index.php/ASA/article/view/1643/1269>. Acessado em 13 de maio de 2021.

Funerária Arce, 2018. **Cemitério vertical. Revelamos tudo o que você precisa saber sobre ele**, 2018. Disponível em: <https://www.funerariaarce.com.br/cemiterio-vertical/>. Acesso em: 23 de março de 2021.

FERRARI, Juliana *et al.* **Cemitérios horizontais e verticais: peculiaridades, impactos ambientais e melhores práticas**. Periódicos Unincor, 2015. Disponível em: [http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2425/pdf\\_412](http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2425/pdf_412). Acessado em: 17 de março de 2021.

FIGUEIREDO, Olga. **Artigo: os 21 cemitério do Rio de Janeiro e suas curiosidades**. O Globo Online, 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/artigo-os-21-cemiterios-do-rio-de-janeiro-suas-curiosidades-14011826>. Acessado em 11 de março de 2021.

FILHO, Walter. SILVA, Robson. **Cemitérios: fontes potenciais de contaminação**. ResearchGate, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/266374482\\_Cemiterios\\_fontes\\_potenciais\\_de\\_contaminacao](https://www.researchgate.net/publication/266374482_Cemiterios_fontes_potenciais_de_contaminacao). Acessado em 15 de março de 2021.

Gr Sondagens. **A sondagem do solo é a primeira etapa de qualquer projeto bem sucedido**, 2019. Disponível em: <https://www.grsondagens.com.br/servicos>. Acessado em: 6 de abril de 2021.

Geoscan. **O que é o índice de resistência de penetração do solo – NSPT**, 2020. Disponível em: <https://www.geoscan.com.br/blog/o-que-e-o-indice-de-resistencia-de-penetracao-do-solo-nspt/>. Acessado em 10 de abril de 2021.

GRANDO, Ângela. TRICHÊS, Glicério. **Caracterização Física e Quantificação de Matéria Orgânica e Turfa do Depósito do Contorno Ferroviário de Joinville/SC**. ResearchGate, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/335381283\\_Caracterizacao\\_Fisica\\_e\\_Quantificacao\\_de\\_Materia\\_Organica\\_e\\_Turfa\\_do\\_Deposito\\_do\\_Contorno\\_Ferrovuario\\_de\\_JoinvilleSC](https://www.researchgate.net/publication/335381283_Caracterizacao_Fisica_e_Quantificacao_de_Materia_Organica_e_Turfa_do_Deposito_do_Contorno_Ferrovuario_de_JoinvilleSC). Acessado em 28 de março de 2021.

HIPOLITO, Paulo. A história dos cemitérios. Cemitérios do Rio, 2015. Disponível em: <https://cemiteriosdorio.com.br/index.php/pages/curiosidades/item/70-a-historia-dos-cemiterios>. Acessado em 03 de março de 2021.

HINO, Tochime. **O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios**. UFJF, 2015. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/tochime-miguel-hino.pdf>. Acessado em 06 de março de 2021.

Ibahia. **Sustentabilidade e inovação: as diferenças e vantagens de um cemitério vertical**, 2017. Disponível em: <https://www.ibahia.com/santa-casa/detalhe/noticia/sustentabilidade-e-inovacao-as-diferencas-e-vantagens-de-um-cemiterio-vertical/>. Acessado em: 19 de março de 2021.

JESUS, Antonio. **Estilos mortuários e modos de sociabilidade em cemitérios brasileiros oitocentistas**. Scielo, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ha/v16n33/05.pdf>. Acesso em 18 de março de 2021.

KEMERICH, Pedro *et al.* **A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil**. Remoa, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/14506>. Acessado em 03 de março de 2021.

LONGATTI, Cláudia. SANTOS, Giovana. PERON, Karoline. **Soluções para a destinação ambientalmente correta do necrochorume**. Brazilian Journals, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8610/7402>. Acessado em 14 de março de 2021.

Memorial Necrópoli Ecumênica. **O mais alto cemitério vertical do mundo**, 2020. Disponível em: <https://memorial-necropole-ecumenica.business.site/>. Acessado em: 03 de março de 2021.

MACHADO, Silvestre. **Análise ambiental dos cemitérios: um desafio atual para a administração pública**. Locus UFV, 2006. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/13140>. Acesso em: 02 de março de 2021.

MEMORIAL VERA CRUZ. **O que é um sepultamento vertical?** 2019. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://BLOG.MEMORIALVERACRUZ.BLOG.BR/SEPULTAMENTO-VERTICAL/>. ACESSADO EM 22 DE MARÇO DE 2021.

NAZÁRIO, Gabriel. SILVA, Vitor. BERTEQUINI, Aline. **Análise teórica sobre a fundação tipo radier**. OJS Toledo, 2019. Disponível em: <http://www.ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/3355/550>. Acessado em 21 de março de 2021.

NEVES, Antonio. **Desmoldante para concreto**. BLOK, 2020. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/desmoldante-para-concreto>. acessado em 11 de abril de 2021.

NOGUEIRA, Cláudia. JÚNIOR, José. COIMBRA, Luís. **Cemitérios e seus impactos socioambientais no Brasil**. Portal Anap, 2013. Disponível em: [https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/681](https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/681). Acessado em: 12 de março de 2021.

NECKEL, Alcindo *et al.* **Dano ambiental e ameaça à saúde pública por cemitérios: uma proposta de cemitério ideal diante da crescente expansão urbana**. Scielo, 2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692017005001102&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-33692017005001102&script=sci_arttext). Acessado em 05 de março de 2021.

NETO, Jarbas. JÚNIOR, Ismar. SILVA, Givanildo. **Necrochorume: conceitos, leis e influências**. Portal de Periódicos, 2019. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6777>. Acessado em 05 de março de 2021.

OLIVEIRA, Kellen. **Cemitérios como fonte potencialmente poluidoras**. Riut, 2015. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22519>. Acesso em: 04 de março de 2021.

PEATLANDS. **Turfa**. Disponível em: <https://peatlands.org/peatlands/>. Acessado em 07 de abril de 2021.

PEREIRA, Caio. **Sondagem SPT: O que é e como é feito esse ensaio**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/sondagem-spt/#:~:text=N%C3%BAmero%20m%C3%ADnimo%20de%20sondagens&text=Fazer%20dois%20furos%20se%20a,furo%20a%20cada%20200%20m%C2%B2.&text=Acima%20diss%20o%20o%20n%C3%BAmero%20de,a%20crit%C3%A9rio%20do%20engenheiro%20respons%C3%A1vel>. Acessado em: 29 de abril de 2021.

Prefeitura de São Paulo. **Cemitério São Pedro recebe primeiro bloco do cemitério vertical**, 2020. Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/noticias/?p=297766>,  
Acessado em: 27 de março de 2021.

PALMA, Salete. SILVEIRA, Djalma. **A saúde ecologicamente correta: a educação ambiental eos problemas ambientais em cemitérios** REMOA, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/2766/1608>. Acessado em: 05 de março de 2021.

PACHECO, Alberto. **Meio Ambiente e Cemitério**. Google Books, 2017. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=ug5ADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Especifica%C3%A7%C3%B5es+tecnicas+para+contru%C3%A7%C3%A3o+de+sepulturas+verticais+e+geologia+&ots=8EetoU88r\\_&sig=xhhHLe\\_HKBItsrVHM9VuJQmZpJA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=ptPT&lr=&id=ug5ADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Especifica%C3%A7%C3%B5es+tecnicas+para+contru%C3%A7%C3%A3o+de+sepulturas+verticais+e+geologia+&ots=8EetoU88r_&sig=xhhHLe_HKBItsrVHM9VuJQmZpJA#v=onepage&q&f=false). Acesso em 04 de março de 2021.

ROCHA, Marina. **CEMITÉRIOS E SUSTENTABILIDADE: A elaboração de um termo de referência-modelo para o licenciamento ambiental**. Repositório UFMG, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMDB5TNP8/1/autorizado\\_cemit\\_rios\\_e\\_sustentabilidade.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMDB5TNP8/1/autorizado_cemit_rios_e_sustentabilidade.pdf). Acessado em 10 de março de 2021.

ROSA, Edna. **A relação das áreas de cemitérios públicos com o crescimento urbano**. Repositório UFSC, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86568/205563.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em 16 de março de 2021.

RODRIGUES, Fábio. GARCIA, Rodolpho. **Gestão do espaço em cemitérios: um estudo sobre o cemitério municipal de Maringá**. Periódicos UFMS, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/4463/3862>. Acessado em 09 de março de 2021.

SOUZA, Ana Paula *et al.* **Vulnerabilidade ocupacional e ambiental do trabalhadores de cemitérios**. Core, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/270266909.pdf>. Acessado em 03 de março de 2021.

SILVA, Claudionor. RODRIGUES, Lidiana. OLIVEIRA, Ronaldo. **Impactos ambientais causados pelo necrochorume do cemitério municipal da cidade de São José da Laje/AL**. Periódicos Ifal, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifal.edu.br/educte/article/view/86/154>. Acessado em 18 de março de 2021.

SARDINHA, Cristiano. LAMEIRO, Carlos. **Cemitério contemporâneo**. Universidade de Lisboa, 2015. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/10555>. Acessado em: 03 de março de 2021.

Santa Casa Rio de Janeiro, 2019. **Cemitério vertical: conheça a solução do futuro**, 2019. Disponível em: <https://funerariasantacasa24h.com.br/cemiterio-vertical/>. Acesso em: 25 de março de 2021.

SILVA, Joaklebio. MARQUES, Maria. **Impactos ambientais causados por necrochorume de cemitérios: um olhar para os possíveis riscos à saúde pública**. Revista Mundi, 2017.

SARAVIS, Dayza. **Infinito – Um Crematório para Cuiabá e Região**. Repositório Digital Univag, 2018. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/arquit/article/view/372/373>. Acessado em 02 de abril de 2021.

Teraambiental. **O que os cemitérios devem saber sobre o tratamento de necrochorume**, 2018. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/2018/03/01/o-que-os-cemiterios-devem-saber-sobre-o-tratamento-de-necrochorume/>

ambiental/o-que-os-cemiterios-devem-saber-sobre-o-tratamento-de-necrochorume.  
Acessado em> 13 de maio de 2021.

TORMEN, Andréia. TASSO, Camila. KORF, Eduardo. **Estudo da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios**. Online Perspectivas, 2016. Disponível em: [tps://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas\\_e\\_engenharia/article/view/902/836](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/902/836). Acessado em 09 de março de 2021.

TOFANELI, Carlos. OLIVEIRA, Marcos. CORRÊA, Sandro. **Cemitérios verticais, solução ambiental em substituição aos cemitérios convencionais**. Unifunec, 201. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/2514>. Acessado em: 17 de março de 2021.