

PERÍCIA URBANA AMBIENTAL – CEMITÉRIO: UMA FONTE POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO

RESUMO

Este artigo tem como principal objetivo abordar as questões relativas à perícia urbana de caráter ambiental, ocasionada por meio das más instalações cemiteriais que não possuíam estudos geológicos e sanitários prévios para seu estabelecimento e utilização, propiciando a contaminação no solo e nas águas subterrâneas. No Brasil, até bem pouco tempo, não havia o entendimento que as instalações cemiteriais, poderiam provocar impactos negativos ao meio ambiente. Os locais para sua instalação eram escolhidos de forma arbitrária e sem estudo prévio, normalmente posicionados mais distantes da área urbanizada. Como as cidades cresceram, as necrópoles passaram a se localizar totalmente integradas ao meio urbano, acarretando diversos problemas para o seu entorno imediato. O desenvolvimento da pesquisa buscou relatar as principais legislações e normas ligadas ao tema, assim como um glossário da principal terminologia, findando no estudo de caso de um cemitério de instalação antiga, na Zona Norte do Rio de Janeiro, onde foi realizada uma perícia ambiental para verificação da contaminação existente, e da adaptação das instalações para a redução dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Perícia ambiental, Cemitério, Contaminação, Necrochorume, Impacto ambiental.

ABSTRACT

The main objective of this article is to address issues related to urban environmental expertise, caused by poor cemetery installations that did not have geological and sanitary studies prior to their establishment and use, leading to contamination in the soil and groundwater. In Brazil, until recently, there was no understanding that cemetery facilities could cause negative impacts on the environment. The locations for its installation were chosen arbitrarily and without prior study, normally positioned further away from the urbanized area. As cities grew, necropolises began to be located fully integrated into the urban environment, resulting in several problems for their immediate surroundings. The development of the research sought to report the main legislation and norms related to the subject, as well as a glossary of the main terminology, ending with the case study of a cemetery with an old installation, in the North Zone of Rio de Janeiro, where an environmental survey was carried out to verify existing contamination, and adapt facilities to reduce environmental impacts.

Keywords: Environmental expertise, Cemetery, Contamination, Necroleach, Environmental impact.

REALIZAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Na literatura é possível identificar diversas definições para o termo cidade, defendidos a partir de princípios fundamentais como a dimensão, densidade e a heterogeneidade, constituídas de espaços e realidades diversas que se encontram integradas (Deutsch, 2022).

A partir da década de 1970, em meio a explosão do crescimento populacional de forma globalizada, iniciaram-se as preocupações com a forma de ocupação do espaço urbano (Bonela, 2016), evidenciando uma dinâmica que se encontra em constante movimento e apresenta vestígios de diversos passados na cidade. Entre as marcas de interpretação de um contexto de seu tempo, retratada por meio de memórias refletidas nos equipamentos da vida urbana, encontram-se os cemitérios (Oliveira, 2021), presentes nas cidades, apresentando as cicatrizes do tempo impressas pelo homem, refletindo de forma geral a estrutura social, cultural e religiosa da comunidade que os criou (Figueiredo, 2012).

Por se tratar de recintos de intocabilidade e memória, envoltos em uma aura de mistério, fascínio e ou rejeição (Rodrigues, 2021), estes espaços eram comumente instalados nas periferias e franjas da cidade, a fim de afastar da população as problemáticas que estes lugares implicavam. Contudo com o aumento da densidade populacional e o espraiamento urbano, hoje essas necrópoles, muitas vezes localizadas nos bairros mais antigos da cidade, encontram-se inseridas no cotidiano da população e muitas vezes envolvidas pelo perímetro urbano.

No Brasil, a responsabilidade em fiscalizar e administrar os serviços funerários fica a cargo das prefeituras. Atualmente, na cidade do Rio de Janeiro, existem 21 cemitérios, inaugurados entre 1811 e 1999 (Figueiredo, 2014), totalmente entremeados no cotidiano de diversos bairros consolidados da cidade, de ocupação majoritariamente residencial, dos mais nobres como Botafogo até bairros do subúrbio carioca como Irajá, representando o aumento considerável da geração de resíduos sanitários, sendo reconhecidos como fontes de contaminação ambiental, principalmente das águas subterrâneas.

REALIZAÇÃO

2. CEMITÉRIO E MEIO AMBIENTE, UMA QUESTÃO DE CONDUTA

Óbitos e sepultamentos são acontecimentos marcantes no cotidiano dos seres vivos, principalmente dos seres humanos, tornando-se uma das práticas mais observadas ao longo da história (Francisco et al, 2017), sendo reconhecida no Brasil desde meados do século XVIII, quando foram adotadas legislações proibindo o sepultamento no interior de igrejas e em zonas urbanizadas.

Para Silva (2018), no Brasil, não havia o entendimento que as instalações cemiteriais, poderiam provocar impactos negativos ao meio ambiente. Os locais para sua instalação eram escolhidos de forma arbitrária e sem estudo prévio. Apenas na década de 1970, por meio do Decreto-Lei nº 88, iniciaram-se as preocupações ambientais sobre o tema, identificando-se, mesmo que de forma simples, que as necrópoles, apresentam alta potencialidade de comprometimento do solo, tornando-se um potencial causador de degradação ambiental quando mal conservadas e sem a aplicação de estudos geotécnicos e hidrológicos (Bacigalupo,2012).

Este assunto tornou-se um dos grandes dilemas da atualidade, uma vez que diversas crenças acreditam ser necessário assegurar essa prática para preservação da memória das próximas gerações (Bacigalupo,2012); entende-se que é necessário fazer um uso sustentável destes, já que comprovou-se ser na maioria dos casos um agente altamente poluidor do solo e componentes hídricos.

O aumento expressivo da geração de resíduos sanitários em função da decomposição dos corpos, vem acarretando diversos danos ao meio ambiente e conseqüentemente à saúde pública, por meio do líquido produzido durante o processo de degradação biológica, comumente reconhecido por chorume, ou em casos cemiteriais, necrochorume que acaba por contaminar as águas superficiais e subterrâneas por meio de microorganismos que se proliferam ao decomporem os corpos (Francisco et al, 2017), quantidades elevadas de diferentes tipos de bactérias e uma diversidade de vírus causadores de doenças veiculadas hidricamente (Pacheco, 1986).

Em pesquisa realizada, com dados obtidos de 600 cemitérios no Brasil, constatou-se que 75% dos casos de contaminação e poluição estavam relacionados a necrópoles de gestão municipal (Hino, 2015), os quais, em geral, são operados sem a adoção de medidas mitigadoras. Observa-se que a contaminação se inicia na superfície e com a proliferação de animais vetores, se estendendo pelo subsolo.

REALIZAÇÃO

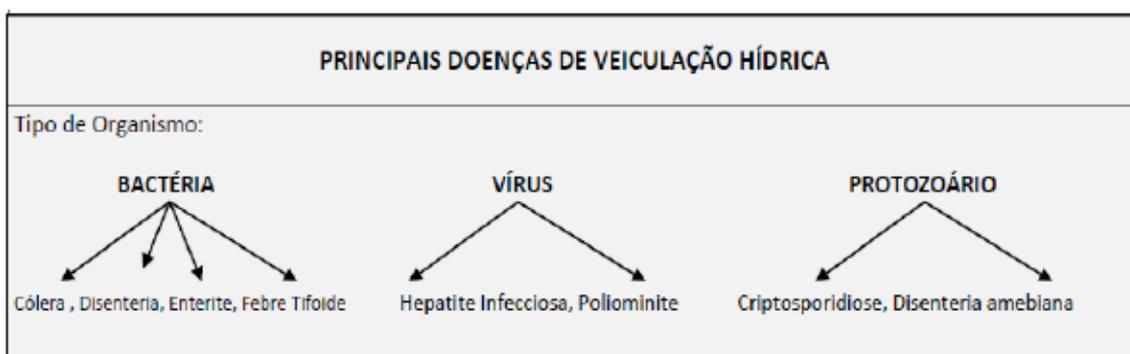
2.1. Contaminação no solo e águas subterrâneas

Diversos estudos apontam que a contaminação principal do solo em necrópoles, está baseada no tripé: odores ocasionados por meio dos gases, necrochorume e esgotamento sanitário (Bacigalupo,2012). Como forma de extinção e mitigação dos efeitos ocasionados pela má conduta no sepultamento, devem ser adotadas certas medidas para garantir a integridade dos jazigos, evitando a entrada de água das chuvas e saída de odores, além do projeto de drenagem e captação adequada das águas pluviais.

O corpo humano, depois de morto, é decomposto como qualquer outro ser vivo, passando a ser um ecossistema rico para outros organismos. Durante o processo de decomposição, um líquido viscoso, reconhecido pela legislação CONAMA (2003) como produto da coliquação ou necrochorume é liberado, aproximadamente de 30 a 40 litros, apresentando toxicidade em altas concentrações (Carneiro, 2009), sendo esse o principal responsável pela poluição ambiental causada pelos cemitérios, no solo e subsolo, uma vez que possui densidade superior à da água, contribuindo na formação de plumas de contaminação.

Segundo Almeida e Macedo (2005), tal líquido de densidade média de 1,23 g/cm³, composto por água, sais, minerais e substâncias orgânicas pode ser encontrado junto de outros elementos como a cadaverina (C₅H₁₄N₂) e a putrescina (C₄H₁₂N₂), responsáveis pela transmissão de doenças infectocontagiosas como a hepatite e a febre tifoide, podendo se proliferar em um raio superior a 400 metros de distância do cemitério, dispendo de resistência muito elevada no solo e principalmente na água, além de outros tipos de vírus e bactérias.

Figura 1 – Tabela – composição do necrochorume



Fonte: Bacigalupo (2012)

REALIZAÇÃO

Estudos de 1998, informam que os vírus são organismos que se fixam com mais facilidade em partículas do solo, ocasionando alterações no ambiente natural com a concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, desta forma possuem mais pré-disposição a atingir o lençol freático (Carneiro, 2009). A mobilidade destes “poluentes” no solo deve ser medida pela sua condutividade hidráulica, que depende de seu peso molecular e densidade, sendo diferenciada para cada componente. Outro fator que contribui para a percolação e infiltração é a chuva, que aumenta a carga hidráulica, acelerando a absorção no solo e diminuindo o tempo do contaminante ser degradado na superfície.

Para que as fontes poluidoras, principalmente o necrochorume, não atinjam os aquíferos, desencadeando uma série de alterações no ecossistema local, entende-se ser necessária a preocupação com a camada de revestimento inferior do solo, ou seja, com o modelo de sepultamento e ou inumação que nada mais é do que a forma de se depositar o caixão em uma sepultura ou jazigo.

A legislação atual, baseada nos parâmetros estabelecidos no CONAMA, indica a extinção de sepultamento em covas rasas, com a criação de jazigos sociais em forma de gavetas, distantes do solo, devendo-se manter uma distância ideal de poços e do lençol freático estabelecida em legislação; não depositar o caixão diretamente no solo, devendo-se executar uma caixa de retenção de sólidos com base impermeável para conter eventuais vazamentos e se possível incluir no fundo das sepulturas materiais absorventes como por exemplo cal. Porém essa premissa recai em algumas questões religiosas.

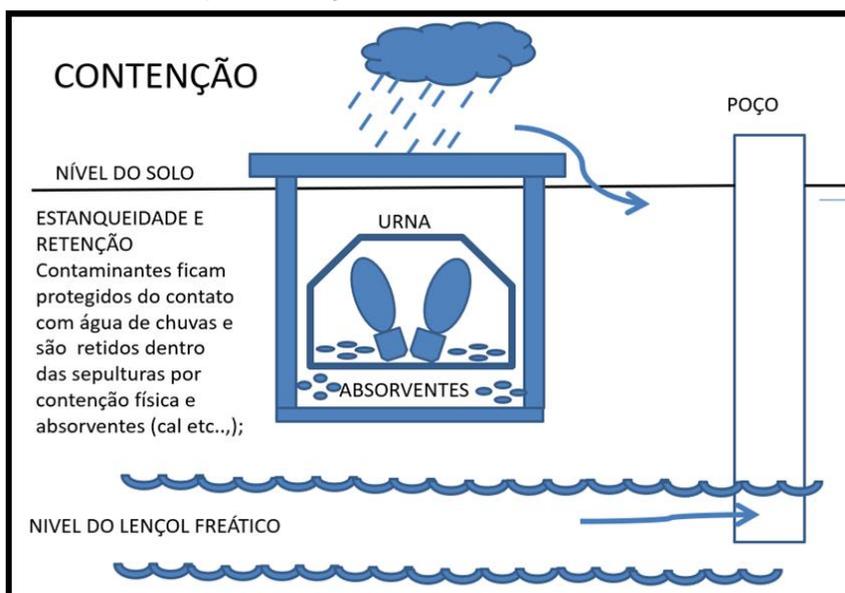
As duas imagens a seguir apresentadas, figuras 2 e 3, melhor demonstram as questões mencionadas acima. Na figura de número 2 é possível identificar as formas de contaminação das covas rasas, indicando o contato com o lençol freático e com poços. Já a figura de número 3, representa de forma clara a melhor forma de sepultamento segundo as orientações do CONAMA, indicando a distância do lençol freático e outros tipos de ações mitigadoras para os efeitos do neochrome.

REALIZAÇÃO

Figuras 2 e 3 – Diagramas demonstrando as questões relacionadas ao sepultamento



Fonte: apresentação Erich Guimarães Nenartavis



Fonte: apresentação Erich Guimarães Nenartavis

REALIZAÇÃO

2.3. Legislação

Questões relacionadas a Legislação, que discorrem sobre aspectos construtivos relacionados a cemitérios, são consideradas recentes no Brasil. Em países como França e Holanda, leis relativas ao distanciamento dos cemitérios e poços de abastecimento de água existem desde a década de 1950 (Carneiro, 2009).

A legislação principal pertinente a instalação dos cemitérios no Rio de Janeiro, se pauta nas seguintes Normas e Decretos.

- DECRETO Nº 39094 DE 12/08/2014
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003
- Decreto-Lei nº 88 de 7 de agosto de 1969
- DECRETO nº 9.533 - de 03 de agosto de 1990
- RESOLUÇÃO SMAC Nº 569 DE 22 DE AGOSTO DE 2014.
- DECRETO Nº 5.296 DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004.
- NBR 9050: 2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos
- NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR 6122:2010 - Projeto e execução de fundações.
- NBR 16.055:2012 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos
- NBR 6484:2001 – Execução de Sondagens de simples reconhecimento
- NBR 8036 – Programação de sondagens de edifícios

A regulamentação de cemitérios se iniciou com o Decreto Lei nº 88 de 7 de agosto de 1969 e posteriormente foi regulamentado pelo Decreto “E” nº 3707 de 06 de fevereiro de 1969, posteriormente alterado pelo Decreto nº 3.707/70.

No **Decreto nº 88 de 07 de agosto de 1969**, constam os seguintes artigos que se encontram totalmente interligados a questão ambiental e suas consequências.

***“Art. 14 - Toda sepultura deverá apresentar condições para o que não haja liberação de gases ou odores pútridos que possam poluir ou contaminar o ar e para que não haja contaminação do lençol de água subterrâneo, de rios, de valas, de canais, assim como de vias públicas.*”**

Art. 15 - Todo sepultamento deverá ser feito abaixo do nível do terreno, nos cemitérios tipo parque e do tipo tradicional, salvo o disposto no artigo seguinte.

Art. 16 - Os sepultamentos, nos cemitérios tipo tradicional, em gavetas, consolos ou prateleiras, abaixo ou acima do nível do terreno, somente serão permitidos em construções definitivas, desde que tais construções possuam instalações, previamente aprovadas pela autoridade estadual, que permitam enterramento em condições satisfatórias de higiene pública.

...

Art. 18 - Salvo a chamada cova rasa, toda sepultura será obrigatoriamente revestida, constituindo carneiro.

Parágrafo único. Excluem-se dessa disposição as gavetas, consolos e prateleiras e as sepulturas integrantes de cemitério do tipo vertical.

Art. 19 - Somente nos cemitérios públicos se permitirão os chamados sepultamentos em cova rasa, que se realizarão em trecho plano do cemitério e a profundidade mínima de 1,55m, seja para adultos, adolescentes ou infantes.

...

CAPÍTULO II – DOS CEMITÉRIOS PARTICULARES DO TIPO TRADICIONAL

Art. 51 - O projeto apresentado deve oferecer detalhamento que permita julgar das condições de localização, estética, segurança, saúde e higiene públicas, bem como vias de acesso, facilidades de trânsito e circulação interna de veículos e pedestres.

Art. 52 – constarão obrigatoriamente do Projeto os seguintes elementos:

- 1. Sondagens geológicas do terreno – um furo para cada 200 m² - que comprovem a permeabilidade do solo e a inexistência de lençol d'água até 3 m abaixo do nível final projetado para as áreas de sepultamento.** O projeto deve ser instruído com os laudos completos da sondagem, com indicação da natureza do solo e altura do nível d'água, bem como com a localização e identificação de cada furo de sondagem;
- 2. Os níveis finais projetados para as áreas de sepultamento;**
- 3. Os Projetos completos de esgoto sanitários e de águas pluviais, de abastecimento de água, de iluminação externa, de instalações elétricas de luz e força, de gás e de telefones;**
- 4. Indicação da natureza da pavimentação das ruas, calçadas, alamedas e acesso à sepultura.**

Parágrafo único. Eventualmente poderão ainda serem exigidos:

REALIZAÇÃO

1. Projeto de sistema de drenagem que assegure o rebaixamento do lençol d'água ao limite de 3m abaixo do nível projetado para as áreas de sepultamento, quando a sondagem geológica o indique acima desse limite.

2. Projeto das obras de contenção – muros de arrimo, cortinas, etc.

Art. 53 – Todas as sepulturas para os cemitérios do tipo tradicional terão que manter um afastamento de 3 metros das divisas do terreno do cemitério.

...

Art. 58 – As sepulturas para enterramentos de cadáveres de adultos devem ter a profundidade mínima de 1,55m, o comprimento de 2,20m e a largura de 0,80m.

§ 1º – As destinadas a menores de 12 anos e maiores de 7 anos (adolescentes) terão a profundidade mínima de 1,55m, o comprimento de 1,80m e a largura de 0,50m.

§ 2º – As destinadas a menores de 07 anos (infantes) terão a profundidade mínima de 1,55m, o comprimento de 1,30m e a largura de 0,40m.

...

Art. 60 – Sobre a superfície das sepulturas onde houverem sido construídos carneiros poderão ser colocadas lápides ou erguidos monumentos comemorativos habilitados.

§ 1º – Os subterrâneos não terão mais de 5 (cinco) metros de profundidade

§ 2º – As paredes horizontais e verticais das gavetas terão a espessura mínima de 0,10m.

§ 3º – As paredes, piso e teto serão revestidos com material impermeável.

Parágrafo Único. O espaço que desse modo ficar determinado será cheio de terra disposta de maneira que as águas provenientes de chuva ou rega tenham imediato escoamento para sarjeta da rua.” (grifos nossos)

O **Decreto nº 9533 de 03 de agosto de 1990**, estabelece a construção do cemitério em quadras.

“Art. 1º - A construção de qualquer tipo de sepultura, como carneiros, catacumbas, mausoléus e covas rasas, só poderá ser feita em quadros, setores e alas previamente aprovados pelo órgão municipal competente.

Parágrafo Único - É proibida a construção de qualquer tipo de sepultura, como carneiros, catacumbas, mausoléus e covas rasas, em ruas, vielas, passeios,

alamedas, canteiros e jardins existentes nos cemitérios, bem como em locais inadequados ou que distem menos de 3,00m (três metros) nas divisas.

Art. 2º - A construção de ossuários só poderá ser feita em locais previamente aprovados pelo órgão municipal competente.

Parágrafo Único - É proibida a construção de ossuários em ruas, vielas, passeios, alamedas, canteiros e jardins existentes nos cemitérios, bem como em locais inadequados ou que distem menos de 3,00 (três metros) das divisas.”

Além dos Decretos Municipais, a instalação cemiterial necessita atender a **Resolução CONAMA nº 335 de 2003**

“Considerando a necessidade de regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios.

Considerando que a Resoluções CONAMA nº1, de 23 de janeiro de 1986 e 237, de 19 de dezembro de 1997, indicam as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental e remetem ao órgão ambiental competente a incumbência de definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento, observadas as especificidades, os riscos ambientais e outras características da atividade ou empreendimento, visando a obtenção de licença ambiental;

...

Art. 3º Na fase de licença prévia do licenciamento ambiental, deverão ser apresentados, dentre outros, os seguintes documentos:

I – Caracterização da área na qual será implantado o empreendimento, compreendendo:

- a) Localização tecnicamente identificada no município, com indicação de acessos, sistemas viários, ocupação e benfeitorias no seu entorno.*
- b) Levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, compreendendo o mapeamento de restrições contidas na legislação ambiental, incluindo o mapeamento e a caracterização da cobertura vegetal*
- c) Estudo demonstrando o nível máximo do aquífero freático (lençol freático), ao final da estação de maior precipitação pluviométrica;*
- d) Sondagem mecânica para caracterização do subsolo em número adequado à área e características do terreno considerado.*

§ 1º – É proibida a instalação de cemitérios em Áreas de preservação permanente ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou 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.

Art 4º Na fase de Licença de instalação do licenciamento ambiental, deverão ser apresentados, entre outros, os seguintes documentos;

I – Projeto do empreendimento que deverá conter plantas, memoriais e documentos assinados por profissional habilitado

II – Projeto executivo contemplando as medidas de mitigação e controle ambiental

Art. 5º Deverão ser atendidas, entre outras, as seguintes exigências para os cemitérios horizontais:

I – o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medindo no fim da estação das cheias.

II – nos terrenos onde a condição prevista no inciso anterior não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno.

III – adotar-se-ão técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;

IV – a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidro geológica da área.

§ 1º – Para os cemitérios horizontais, em áreas de manancial para abastecimentos humano, devido às características especiais dessas áreas, deverão ser atendidas, além das exigências dos incisos de I a VI, as seguintes: (parágrafo acrescentado pela resolução nº 368/06)

I – a área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e a critério do órgão licenciador; (inciso acrescentado pela resolução nº 368/06)

II – o perímetro e o inferior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra;

Art. 6º Deverão ser atendidas as seguintes exigências para os cemitérios verticais:

I – os lóculos devem ser constituídos de:

- a) *Materiais que impeçam a passagem de gases para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores;*
- b) *Acessórios ou características construtivas que impeçam o vazamento dos líquidos oriundos da coliquação;*
- c) *Dispositivo que permita a troca gasosa, em todos os lóculos, proporcionando as condições adequadas para a decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;*
- d) *Tratamento ambientalmente adequado para os eventuais efluentes gasosos.*

Art. 7º Os columbários destinados ao sepultamento de corpos deverão atender ao disposto nos arts. 4º e 5º, no que couber.” (grifos nossos)

Decreto nº 39.094 de 12 de agosto de 2014

*“Art. 7º Toda sepultura deverá apresentar condições para que **não haja liberação de gases ou odores pútridos que possam poluir ou contaminar o ar e para que não haja contaminação do lençol de água subterrâneo, de rios, de valas, de canais, assim como de vias públicas.***

§ 1º Todo sepultamento deverá ser feito abaixo do nível do terreno, nos cemitérios tipo parque e do tipo tradicional, salvo o disposto no artigo seguinte.

§ 2º Os sepultamentos, nos cemitérios tipo tradicional, em gavetas, consolos ou prateleiras, abaixo ou acima do nível do terreno, somente serão permitidos em construções definitivas, desde que tais construções possuam instalações, previamente aprovadas pela autoridade municipal, que permitam enterramento em condições satisfatórias de higiene pública.

...

Art. 8º Toda sepultura será obrigatoriamente revestida, constituindo carneiro, salvo as covas rasas constituídas anteriormente à entrada em vigor deste Regulamento.

§ 1º Excluem-se da parte inicial do disposto no caput deste artigo as gavetas e prateleiras e as sepulturas integrantes de cemitério do tipo vertical.

§ 2º Ficam proibidos doravante sepultamentos em covas rasas em cemitérios públicos, salvo nos casos de grandes epidemias ou calamidade pública.

§ 3º As covas rasas serão substituídas pelos jazigos sociais, assim entendidos aqueles de tarifa mais acessível aos usuários.”

Resolução SMAC nº 569 de 22 de agosto de 2014

“Art. 1º A implantação, a ampliação e a operação de cemitérios e crematórios deverão ser submetidas ao processo de Licenciamento Ambiental Municipal de acordo com os procedimentos e os prazos previstos nesta Resolução, em conformidade com as diretrizes ambientais dispostas no Decreto 39.094 de 12 de agosto de 2014.

§ 1º Aplica-se o disposto no caput a todos os cemitérios, campos santos e a qualquer outra área destinada ao sepultamento de corpo humano cadavérico, sejam de iniciativa pública ou privada, independentemente da denominação utilizada.

...

Art. 7º O requerimento da LMO para regularização dos cemitérios existentes, e, operação na presente data, além dos documentos previstos no Anexo III, deverá ser complementado pelo atendimento dos seguintes itens:

I - Comprovação da existência de Responsável Técnico para atuar como Gestor Ambiental da atividade, devendo o mesmo estar devidamente registrado no Conselho Profissional, apresentar anotação de responsabilidade técnica para o desempenho da função e assinar o Termo de Responsabilidade Técnica Pela Gestão Ambiental cujo modelo encontra-se no Anexo VI.

II - Apresentação do Plano Preliminar para implantação de Sistema de Gestão Ambiental da atividade, que contemple minimamente os programas, projetos, ações e medidas dispostos no Anexo V.

...

§ 4º Para os cemitérios particulares, em função de seus aspectos ambientais, principalmente porte, quantidade e tipo de sepultamento, a função do Gestor Ambiental poderá ser desempenhada por profissional de nível médio com

formação Técnica em Controle Ambiental, curso similar ou equivalente, desde que aprovado pelo órgão licenciador, conforme justificativa em Parecer Técnico fundamentado da Coordenadoria Geral de Controle Ambiental.”

3. TERMINOLOGIA BÁSICA - GLOSSÁRIO

Para a melhor compreensão da matéria, será apresentado a seguir a terminologia básica relacionada a impactos ambientais em cemitérios.

- **Área Com Potencial de Contaminação:** Conforme ABNT, é a área onde estão sendo desenvolvidas ou foram desenvolvidas atividades com potencial de contaminação que, por suas características, podem acumular quantidades ou concentrações de contaminantes em condições que a tornem contaminada.
- **Área Contaminada:** Área onde há comprovadamente poluição causada por quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados, e que determina impactos negativos sobre os bens a proteger.
- **Avaliação Preliminar:** Conforme ABNT, é a etapa inicial da avaliação de passivo ambiental em solo e em águas subterrâneas, que objetiva encontrar indícios de uma possível contaminação nestes meios, realizada com base nas informações disponíveis, como levantamento histórico, entrevistas, imagens e fotos, e inspeções em campo, visando fundamentar a suspeita de contaminação de uma área.
- **Avaliação Confirmatória:** Conforme ABNT, é a etapa da avaliação de passivo ambiental em solo e águas subterrâneas em que são feitos estudos e investigações com o intuito de comprovar a existência de contaminação de uma área com potencial de contaminação ou área suspeita de contaminação.
- **Cemitério horizontal:** trata-se do tipo mais comum e antigo de cemitério. Nele os corpos são sepultados de forma subterrânea e possuem uma área aberta com túmulos e jazigos, geralmente de mármore.
- **Cemitério jardim ou parque:** Possuem como característica principal a presença de uma ampla área verde. Normalmente neste tipo de cemitério os jazigos subterrâneos encontram-se cobertos por um amplo gramado.

- **Cemitério vertical:** Surgiram para solucionar a falta de espaço para sepultamentos, principalmente nas grandes cidades e questões relacionadas ao meio ambiente. Encontram-se instalados em prédios com vários pavimentos e espaços otimizados.
- **Coliquação:** Dissolução orgânica que se manifesta por excreções abundantes
- **Columbário:** Local destinado a guarda das cinzas funerárias, podendo ser horizontal ou vertical.
- **Fonte de Contaminação:** Local onde foi gerada a contaminação ou onde funciona ou funcionou uma atividade potencialmente contaminadora.
- **Gaseificação:** Processo de produção de gases no interior do cadáver, responsável pelo seu inchamento e posterior ruptura. Estes gases são compostos basicamente por gás sulfídrico (H₂S) e mercaptanas, responsáveis pelos cheiros e odores em cemitérios.
- **Impacto Ambiental:** Qualquer alteração das propriedades físico-químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, enfim, a qualidade dos recursos ambientais.
- **Ossuário:** Local para acomodação de ossos, contidos ou não em uma ossuária.
- **Preservação Ambiental:** Ações que garantam a qualidade e características próprias do meio ambiente.
- **Produto da Coliquação:** Líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos, em virtude da dissolução por putrefação dos cadáveres aliada à ação da fauna necrófaga.
- **Necrochorume:** Líquido viscoso proveniente da putrefação do cadáver. Apresenta densidade superior à da água (1,23 g/cm³) e é composto por 60% de água, 30% de substâncias inorgânicas (sais minerais) e 10% de substâncias orgânicas (compostos degradáveis, sobretudo diaminas tóxicas: putrescina e cadaverina).
- **Reinumação:** Reintrodução da pessoa falecida ou dos restos mortais, após a exumação, na mesma sepultura.

4. ESTUDO DE CASO – CEMITÉRIO DE IRAJÁ

4.1 Detalhes da ocupação do Cemitério

O estudo de caso se refere a uma Perícia Ambiental de um cemitério de Irajá, situado na Praça Nossa Sra. da Apresentação, nº 198, Irajá, Rio de Janeiro. Atualmente essa região é considerada Zona Residencial 5 conforme Decreto Municipal nº 322 de 1976.

Figura 1 – Parte da planta cadastral 261C IV 5



Fonte: site bairro a bairro - (2021).

O cemitério em análise foi construído no século XIX, quando o bairro se localizava no arrabalde da cidade do Rio de Janeiro, a data de inauguração foi mais precisamente 1895, quando a região era um descampado. Com o passar do tempo, a cidade cresceu na direção do mesmo, passando a se localizar em área totalmente urbanizada e consolidada.

Atualmente, o cemitério de Irajá está instalado em área de ocupação predominantemente residencial, atendido por serviços públicos básicos, próximo a diversas construções: supermercados, igreja, posto de atendimento, além de Comunidades de ocupação irregular que se instalaram no seu entorno.

Figura 2 – Vista aérea da área ocupada pelo cemitério e seu entorno adensado.

REALIZAÇÃO



Fonte: google maps (2021)



4.2. Instalações

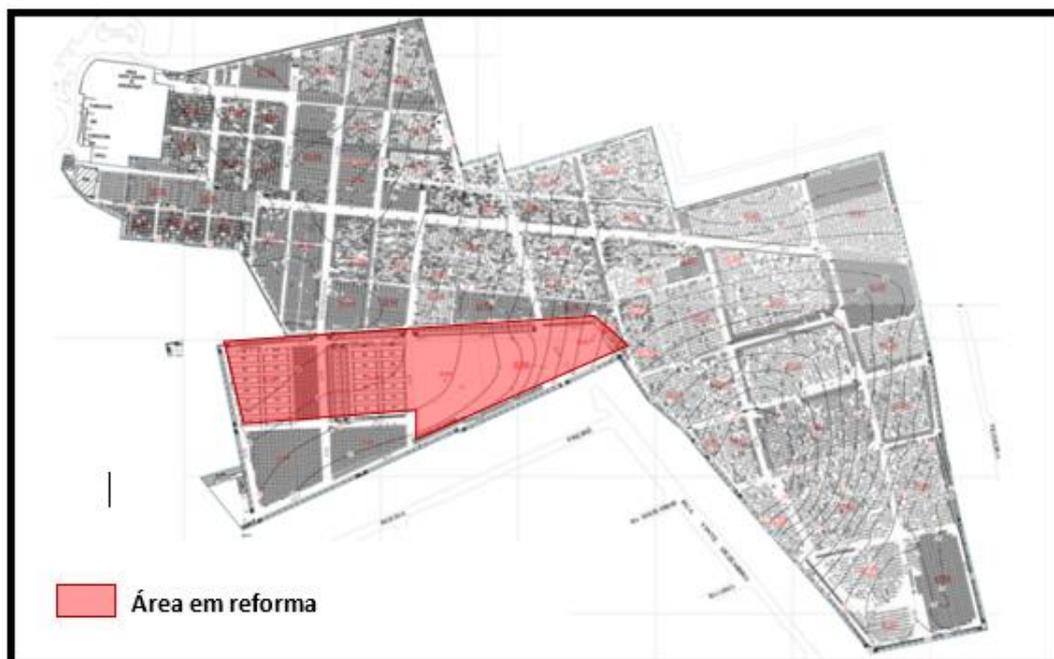
O cemitério de Irajá se constitui de uma necrópole com 138.472,00m², distribuído, originalmente, em quadras, onde são realizados os sepultamentos. Entre as principais quadras encontram-se: a quadra 02 destinada ao uso técnico, com estacionamento e vestiário; a quadra 17, com guarita destinada a entrada e saída de veículos e a quadra 58, voltada para o estoque de materiais, ferramentas e confecção de sepulturas, inclusive onde está situado o osuário geral do cemitério de Irajá.

Na vistoria pericial realizada pode-se observar que algumas quadras estão sendo modernizadas para atender a legislação atual vigente, mais precisamente as quadras: 56, 60, 64, 66 e 67.

REALIZAÇÃO

O projeto apresentado da quadra 56 demonstrou a modernização e implantação de nova estrutura com a finalidade de inumação de corpos. Nas quadras: 60, 64, 66 e 67 foi demonstrado o início de modernização do cemitério, demarcado em vermelho na planta a seguir.

Figura 3 – Planta de situação do cemitério com demarcação da área que está sendo modernizada



Fonte: própria (2021)

4.3. Perícia Ambiental

A perícia se instalou, em função de um inquérito que foi instaurado pelo Ministério Público para apurar a ocorrência de dano ambiental e eventual desordem urbanística decorrente da inadequação do Cemitério em função das novas condicionantes.

Foram apresentados relatórios datados do ano de 2015 que demonstravam várias recomendações para adequação do cemitério as questões de limitação de contaminação ambiental, tal como a seguir apresentado.

Fonte: fl. 1920 dos Autos

REALIZAÇÃO

- *“Recuperação imediata de todos os sepultamentos danificados (com restos mortais aparentes – caso contrário serão classificados como “abandonados” e poderão ser reutilizados pela sociedade), de modo a impedir o eventual vazamento dos produtos de coligação e/ou gases;*
- *Não realizar sepultamento abaixo do nível do solo em áreas com grande possibilidade confirmada de alagamento e possível afloramento de lençol freático, até que estas sejam recuperadas;*
- *Priorizar os sepultamentos acima do solo e substituir as covas rasas presentes nas necrópoles por jazigos sociais conforme sistemática já programada pela própria Concessionária;*
- *Realizar a imediata destinação adequada de todos os resíduos/entulhos dispostos irregularmente no interior das necrópoles, de modo a evitar que os mesmos fiquem expostos ao ar livre. Além disso, a Administração deverá realizar o correto gerenciamento de seus resíduos, de acordo com seu novo Plano de Gestão Ambiental, já em elaboração;*
- *Cadastrar as estruturas de drenagem existentes e propor adequações e melhorias ao sistema de drenagem pluvial do cemitério, de modo que escoamento pluvial possa ocorrer de forma eficiente sem que os sepultamentos sejam comprometidos;*
- *Realizar uma Avaliação Ambiental Confirmatória nos trechos em que foram registrados significativos indícios de erosão, com análises a montante e a jusante, de modo a confirmar se houve ou não contaminação do solo e águas subterrâneas.”*

Na análise documental, nas reuniões com as partes e nas vistorias ficou claro que a organização do cemitério iniciou ações prioritária para atender as recomendações e a legislação atual, tal como a verificação do sepultamento abaixo do nível do solo.

Para verificação de eventual contaminação o plano previa instalar poços de monitoramento, registrando o nível do lençol freático e a direção predominante do fluxo de escoamento durante o período de um ano.

Na modernização das quadras: 56, 60, 64, 66 e 67, pode-se observar a preocupação com as seguintes questões:

REALIZAÇÃO

- **Sepultamento abaixo do nível do solo:** onde ocorrerá uma identificação de área que não poderá ser utilizada para tal sepultamento, por conta do risco iminente ao lençol freático.
- **Incolumidade da zona saturada de água no solo:** a garantia da incolumidade da zona saturada de água do solo, com relação ao contato com efluentes da coliquação. Assim comprovada a necessidade, a impermeabilização dos túmulos, com produtos e técnicas aprovadas pelo órgão ambiental, poderá ser adotada como forma de evitar a saída de efluentes de coliquação.
- **Gerenciamento de resíduos sólidos:** constitui-se em medidas para garantia da imediata segregação, acondicionamento temporário e destinação correta dos resíduos sólidos gerados, em especial aqueles decorrentes dos procedimentos de exumação.
- **Tratamento de efluentes e emissões:** o processo se dividiu em três itens sendo: odores que são os gases provenientes da decomposição de corpos e com isso o cemitério deve garantir a integridade dos jazigos de modo a evitar a entrada de água das chuvas e saída de odores.
- **Capacidade de sepultamento e qualidade dos serviços:** responsável por apresentar as soluções e alternativas técnicas capazes de garantir a ampliação da capacidade de sepultamento. A ampliação da capacidade de sepultamento será garantida, por meio da construção de jazigos do tipo gavetas, com três a quatro carneiros. A construção destes equipamentos, se dará por fases e se enquadrará tecnicamente naquilo que a legislação dispuser, adaptando-se às exigências ambientais de saúde pública.

De forma geral, os projetos das novas quadras possuíam a mesma base, processo de sepultamento em gavetas para evitar a contaminação pelo necrochorume, aplicação da cal virgem em todo interior das gavetas para inibir a proliferação de vetores. Para exaustão dos gases, foi previsto a utilização de uma tubulação de PVC de 40mm instalada no topo do fundo de cada gaveta. Essa tubulação segue verticalmente ao topo da estrutura. O tipo de construção determinado foi estrutura de concreto armado com fundações em radier, também em concreto armado.

Na quadra 56 foram construídas 4242 unidades de gavetas, distribuídas em 8 níveis; com acréscimo de 2.136 unidades, totalizando 6.408 unidades

REALIZAÇÃO

repartidas em 14 (quatorze) módulos verticais duplos com até 24,00m de extensão, destinados a sepulturas de tamanho padrão.

Os columbários irão conter 7.476 unidades distribuídas em 14/15 níveis; com acréscimo de 3.647 unidades totalizando 11.123 unidades de 21/22 níveis, distribuídas em 2 módulos verticais duplos e 28 simples, destinados ao sepultamento de urnas ossuárias ou cinzárias.

As novas instalações têm a intenção de que o necrochorume seja contido nas gavetas por meio de uma bacia de contenção. Na extremidade frontal inferior de cada gaveta é instalada uma faixa de pedra ardósia ocupando toda a extensão frontal e atingindo uma altura de 3 cm, formando uma bacia de contenção do necrochorume com volume mínimo de 56 litros.

Para maior garantia foi adotado um Sistema de tratamento de gases através de um INATIVADOR DE GASES, que elimina o gás sulfídrico único com potencial poluidor e o CO₂ do efeito estufa.

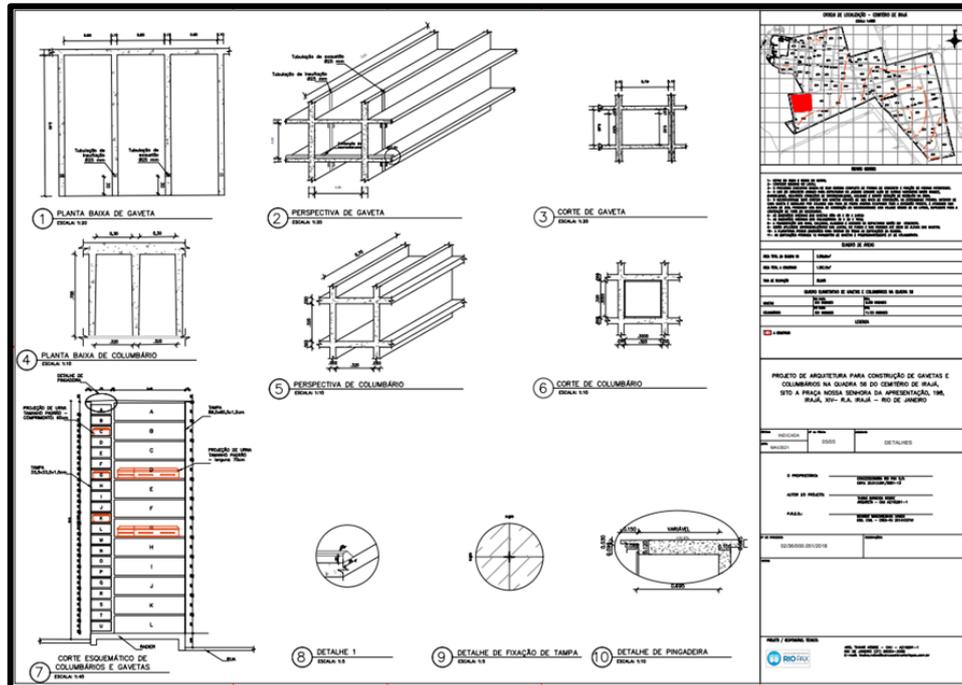
Características das gavetas e columbários:

Em cada bloco foi executado uma estrutura de gavetas de tamanho adulto médio, medindo 80x60x240cm cada, dispostas em 12 (doze) níveis de altura. O comprimento total varia conforme a disposição na quadra sendo respeitado um comprimento máximo de 25m.

Na extremidade de cada bloco construtivo, dependendo das condições de acesso, foram construídos columbários de ossuários, com medidas mínimas de 30x30x70cm, ocupando toda a área disponível.

REALIZAÇÃO

Figura 4 – Detalhamento das novas instalações da quadra 56



Fonte: Projeto cemeterial de modernização da quadra 56

4.3.1 Vistorias e testes

Foram realizadas várias vistorias, sendo as iniciais para reconhecimento do local e identificação dos projetos de remodelação de algumas quadras. Posteriormente foram realizados testes durante um período de uma semana, com abertura de poços e identificação de resultados para verificação do nível de contaminação.

Na vistoria pericial pode-se verificar situações diferenciadas em toda a área do cemitério. Existe uma região próxima ao acesso, onde se encontra o estacionamento e a área administrativa. Nas quadras citadas, onde foram apresentados projetos pelos autores, pode-se identificar que realmente estão sendo remodeladas para atender a legislação vigente, o projeto de gaveta já se encontra instalado, diminuindo a contaminação nessa região.

No restante da área do cemitério, os sepultamentos ainda estavam sendo realizados em cova rasa, locais sem o devido distanciamento de 5,00m dos

muros, necessitando de modernização de forma geral e com alta taxa de contaminação.

Figura 5 – Foto das instalações antigas em cova rasa – altamente contaminante



Fonte: Própria

REALIZAÇÃO

Figura 6 – Foto da preparação da cova rasa



Fonte: Própria

Figura 7 – Foto da cova rasa sem distanciamento de 5,00m do muro



Fonte: Própria

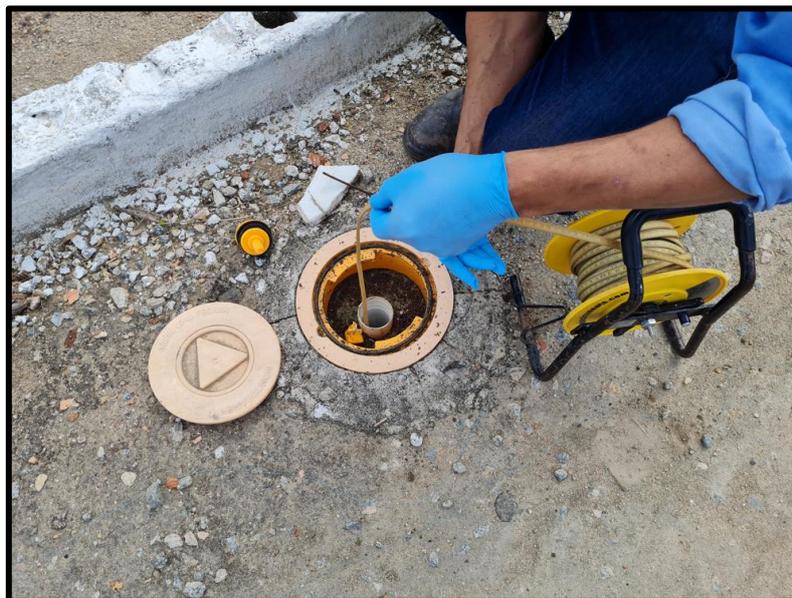
REALIZAÇÃO

Figura 8 – Gavetas modernizadas – quadra 60



Fonte: Própria

Figura 9 – Teste e verificação de poço de monitoramento existente



Fonte: Própria

REALIZAÇÃO

4.3.2 Análise da contaminação

Os testes foram realizados tal como estabelece a NBR 15515-1 para identificar possível contaminação de solo e/ou água subterrânea. A área integrante desse estudo está inserida em zona da Baixada da Baía de Guanabara recoberta por sedimentos inconsolidados sobre rochas metamórficas alteradas. O principal aquífero nessa região é o fissural que ocorre nas fraturas dessas rochas em profundidade de até 150 metros de profundidade. Embora ocorra água no aquífero freático esse é antropizado, sendo, portanto, impróprio para o consumo humano.

A área em estudo é próxima ao canal do Rio Pavuna e dista aproximadamente 800 metros a Oeste e a Leste da área e aproximadamente 6 km de distância com elevação de 30 metros, da Baía de Guanabara, que se constitui da principal zona de descarga da área que influencia a área de estudo.

Foram coletadas amostras das águas subterrâneas e posteriormente enviadas para o laboratório para realização de análises químicas dos parâmetros CONAMA 420 e Resolução SMAC 569. A análise demonstrou a classificação de área potencialmente poluidora em todas as amostras obtidas.

A amostragem de gases no solo foi realizada por meio de 76 perfurações realizadas pelo método mecanizado de sondagem utilizando rompedor para ultrapassar a pavimentação de concreto.

No local foram observadas situações de substrato relativamente homogêneo, de textura fina argilosa e areia, com uma colocação indicando processos oxidativos presentes e minerais de ferro e magnésio.

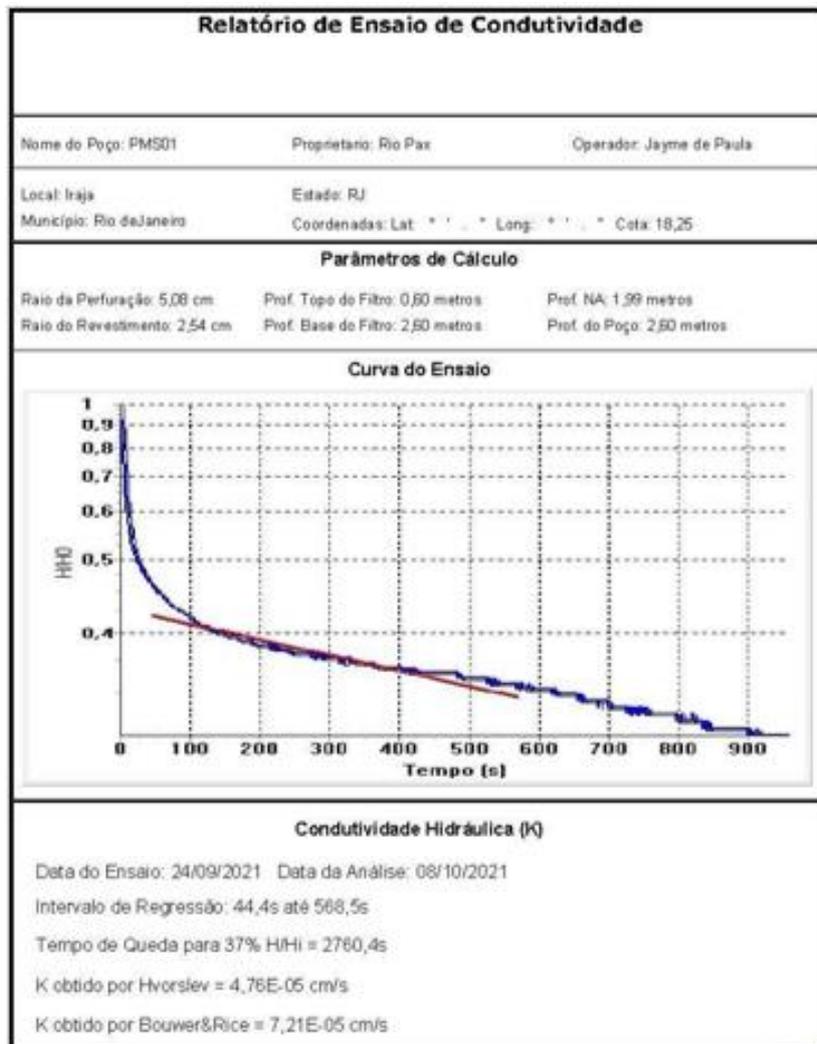
A profundidade do lençol freático na área do cemitério varia em função da topografia. Na parte baixa do cemitério, o nível freático mais raso oscila entre 0,83 (PM-06) e 1,79m (PZ-04) e o nível da sepultura está em 0,60m. A profundidade do nível de água mais superficial é de 0,83m e a composição do solo é formada por material representado por sedimentos argilo-arenoso a silto-arenoso. Os ensaios de permeabilidade obtiveram valores entre $1,72E^{-03}$ cm/s e $4,76E^{-05}$ cm/s, de permeabilidade moderadamente baixa a alta.

Os resultados dos ensaios de permeabilidade do solo estão em desacordo com o Conama 368/2006, que estabelece valores de permeabilidade mínimos entre 10^{-5} a 10^{-7} cm/s⁻¹.

Assumindo o coeficiente de permeabilidade de $2,89E^{-04}$ cm/s (média geométrica) e uma distância de 1,5 metros (Conama 368/2006), o tempo de

trânsito de um contaminante na faixa compreendida entre o fundo da sepultura e o lençol freático é de 27,3 dias.

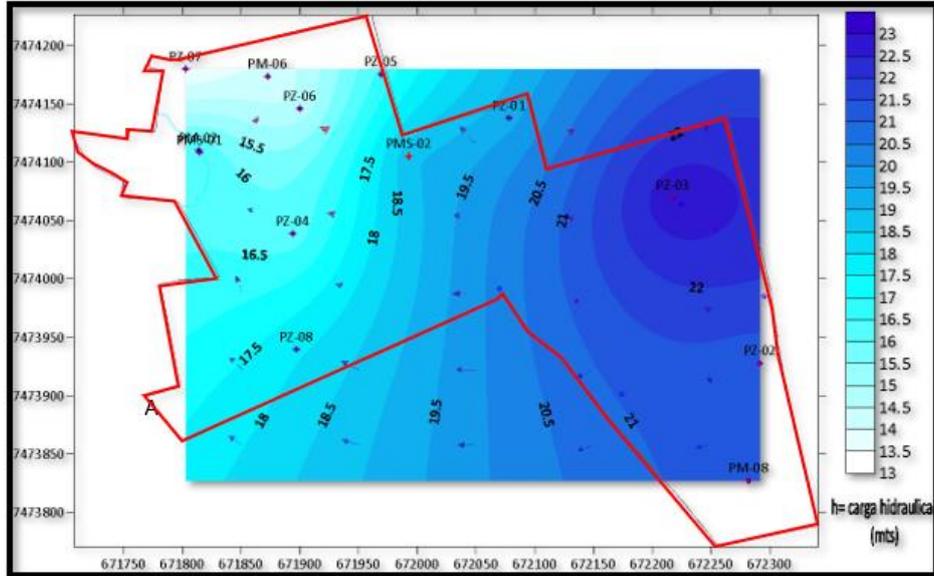
Figura 10 – Curva de ensaio de permeabilidade – Poço aberto para teste



Fonte: Laudo pericial

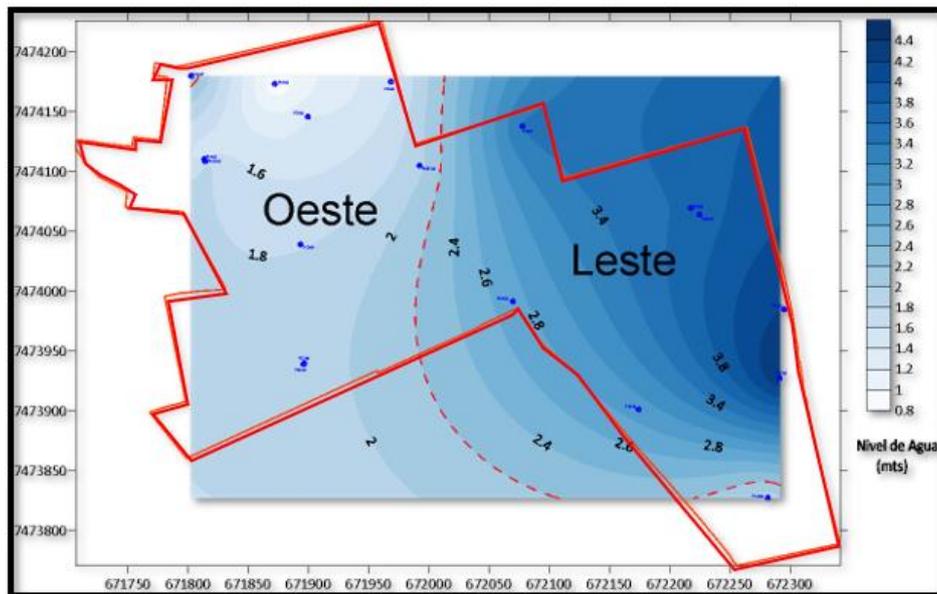
Foi elaborado um Mapa de potenciométrico com a direção do fluxo subterrâneo, elevação do terreno e profundidade do nível de água na área do cemitério. A coloração em azul mais escuro demonstra a área mais alta do cemitério e conseqüentemente, o fluxo se dá na direção do azul mais claro.

Figura 11 – Mapa potenciométrico com a direção do fluxo subterrâneo



Fonte: Laudo pericial

Figura 12 – Mapa com profundidade do nível de lençol freático na área mais baixa (oeste) e área mais alta (leste) do cemitério.



Fonte: Laudo pericial

REALIZAÇÃO

4.3.3 Conclusão do laudo pericial

No laudo pericial pode-se concluir:

O cemitério foi instalado em 1895 e a partir de 2015 vem sendo modernizado pelo novo proprietário, réu da Ação. Foi aberto um processo administrativo junto ao SMAC para obtenção do licenciamento ambiental das modificações pretendidas.

Todos os documentos exigidos pela Resolução SMAC nº 569 DE 22 AGOSTO DE 2014 foram apresentados no processo administrativo e foi emitida a licença para adaptação de algumas quadras que vem sendo modernizadas.

As quadras: 56, 60, 64, 66 e 67 vem sendo modernizadas, porém se trata de apenas um pequeno trecho do cemitério.

Foram realizadas vistorias de identificação e testes no local para observação da contaminação tendo sido instalados dois (2) poços de monitoramento (PMS-01 a PMS-02) e oito (8) piezômetros (PZ-01 a PZ-08) de acordo com as normas da ABNT NBR 15495 para avaliação da qualidade das águas subterrâneas e determinação da profundidade do nível de água.

Após realização de testes e verificação em laboratório, pode-se observar que:

- A profundidade do lençol freático na área do cemitério varia em função da topografia. Na parte baixa do cemitério, o nível freático mais raso oscila entre 0,83 (PM-06) e 1,79m (PZ-04) e o nível da sepultura está em 0,60m.
- A profundidade do nível de água mais superficial é de 0,83m e a composição do solo é formada por material representado por sedimentos argilo-arenoso a silto-arenoso. Os ensaios de permeabilidade obtiveram valores entre $1,72E^{-03}$ cm/s e $4,76E^{-05}$ cm/s, de permeabilidade moderadamente baixa a alta.
- Os resultados dos ensaios de permeabilidade do solo estão em desacordo com o Conama 368/2006, que estabelece valores de permeabilidade mínimos entre 10^{-5} a 10^{-7} cm/s⁻¹.
- Assumindo o coeficiente de permeabilidade de $2,89E^{-04}$ cm/s (média geométrica) e uma distância de 1,5 metros (Conama 368/2006), o tempo de trânsito de um contaminante na faixa compreendida entre o fundo da sepultura e o lençol freático é de 27,3 dias.

REALIZAÇÃO

- Os tipos de solo e permeabilidade são fatores críticos para a contaminação do lençol freático. Com base nos estudos realizados, principalmente com relação ao contexto geológico e hidrogeológico, a parte baixa do cemitério é bastante vulnerável a processos de contaminação do solo e das águas subterrâneas, devido a presença de fonte de contaminação ativa e difusa representada pelas sepulturas, profundidade rasa do lençol freático e presença de aquífero não confinado (livre). Embora a permeabilidade do solo seja baixa, a distância entre o fundo da sepultura e o lençol freático é pequena.
- A parte alta do cemitério (cotas acima de 22 metros) apresenta um aquífero fissural onde a água ocorre entre as fraturas da rocha, de permeabilidade moderadamente alta. Nessa região a distância entre o fundo da sepultura e o lençol freático atende a legislação do Conama nº 368/2006, porém o coeficiente de permeabilidade é mais alto.
- O índice de vulnerabilidade do aquífero pode ser considerado alto a extremo na parte baixa do cemitério, considerando (1) o grau de confinamento da água subterrânea, (2) a tipologia do solo e a (3) distância do lençol freático à superfície do terreno.
- Na parte alta, o índice de vulnerabilidade é considerado médio (Foster & Hirata, 1988). O cemitério apresenta uma diferença de cota de 20,5 metros entre o ponto mais alto com 36,36m (PM-01) e o ponto mais baixo com 15,8m (PZ-07).

O cemitério iniciou suas reformas no ano de 2017. As quadras que estão sendo remodeladas para atender a legislação vigente, conforme estabelecido e aprovado no processo administrativo, verifica-se que o projeto de gavetas já se encontra instalado, diminuindo a contaminação nessa região.

Na vistoria realizada no cemitério pode-se verificar em diversos trechos que não existe um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério previstas pela legislação. Ainda estão sendo realizados sepultamentos em cova rasa, necessitando modernização de forma geral e de alta contaminação.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A perícia ambiental tem como principal objetivo identificar as causas de determinado acontecimento que eventualmente possa estar ocasionando danos ao meio ambiente. A perícia ambiental pode ser urbana ou rural, no meio urbano se caracteriza por problemas que ocorrem nos equipamentos instalados na cidade e que podem gerar impactos, normalmente negativos, na vizinhança e entorno de suas instalações.

O dano ambiental pode se caracterizar como a contaminação do solo, água ou ar, tal como ocorre no caso das instalações dos cemitérios. No estudo realizado pode-se observar que os cemitérios eram comumente instalados nas periferias e franjas da cidade, a fim de afastar da população as problemáticas que estes lugares implicavam, porém com o desenvolvimento exponencial dos espaços urbanos, muitos cemitérios passaram a se localizar envolvidos por instalações residenciais e comerciais.

O cemitério possui um alto nível de contaminação, principalmente no solo e subsolo em função da decomposição dos corpos, geração de gases, necrochorume, além de substâncias orgânicas que podem ser encontradas junto de outros elementos como a cadaverina (C₅H₁₄N₂) e a putrescina (C₄H₁₂N₂) responsáveis pela transmissão de doenças infectocontagiosas como a hepatite e a febre tifoide, podendo se proliferar em um raio superior a 400 metros de distância.

Em função dos inúmeros estudos passou a ser desenvolvido uma série de legislações e de técnicas para mitigar os efeitos ocasionados pela má conduta no sepultamento, adotando medidas para garantir a integridade dos jazigos, evitando a entrada de água das chuvas e saída de odores, além do projeto de drenagem e captação adequada das águas pluviais.

A legislação atual, baseada nos parâmetros estabelecidos no CONAMA, indica a extinção de sepultamento em covas rasas, com a criação de jazigos sociais em forma de gavetas, distantes do solo, devendo-se manter uma distância ideal de poços e do lençol freático estabelecida em legislação; não depositar o caixão diretamente no solo, devendo-se executar uma caixa de retenção de sólidos com base impermeável para conter eventuais vazamentos e se possível incluir no fundo das sepulturas materiais absorventes como por exemplo cal. Porém essa premissa recai em algumas questões religiosas.

Outros estudos são necessários para ampliar a possibilidade de instalações nas diversas religiões e para estabelecer parâmetros para novos

REALIZAÇÃO

cemitérios que venham a ser instalados, evitando ao máximo a contaminação gerada no entorno imediato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, AM de; MACÊDO, JAB de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de Gestão Ambiental, v. 1, 2005.

BACIGALUPO, Rosiane. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. História, Natureza e Espaço-Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF, v. 1, n. 1, p. 05, 2012.

BONELA, Davi. – Futuro das Cidades, Futuro do Planeta – Observatório do Amanhã, Museu do Amanhã – 2016.

CARNEIRO, Victor Santos. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. Águas subterrâneas, 2009.

DEUTSCH, Luciana. Cidade genérica refletida na Zona Portuária do Rio de Janeiro. Dissertação apresentada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2022.

FRANCISCO, Agatha M.; SILVA, Amanda K. G.; Souza, Caroline S.; Santos, Fernanda C. S. Tratamento do necrochorume em cemitérios. Atas de Saúde Ambiental (São Paulo, online), ISSN: 2357-7614 –Vol. 5, JAN-DEZ, 2017, p. 172-188.

HINO, Tochine Miguel. O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. Revista Especialize On-line IPOG-Goiânia-Edição, n. 10, 2015.

NENARTAVIS, Erich Guimarães. Resumo da metodologia e estratégia de ação do licenciamento ambiental municipal. Rio de Janeiro, 2021.

OLIVEIRA, Marina dos Santos. Avaliação de impacto ambiental no cemitério Parque da Saudade em Ouro Preto/MG: a problemática da contaminação por necrochorume frente à pandemia de COVID-19. 2022. 68 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

REALIZAÇÃO

PACHECO A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. Revista Sistema de Planejamento para a Administração Metropolitana, ano 4, n. 17, 1986.

RODRIGUES, Fabio Freitas Pinto. Turismo Mortuário, um Jeito diferente de viajar na história - 2021 – Macaé – RJ

SILVA, Julia Cristina. Avaliação de risco de contaminação hídrica por necrochorume no cemitério de sulacap, zona oeste do rio de janeiro, brasil. 1ª. edição, 2018.

REALIZAÇÃO