

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

LUCAS AMORIM FALCÃO

**Análise de uma concepção artístico-urbanística de reconfiguração do
cemitério Vila Nova Cachoeirinha (São Paulo - SP) no contexto do
Gerenciamento de Áreas Contaminadas**

São Paulo

2020

LUCAS AMORIM FALCÃO

Análise de uma concepção artístico-urbanística de reconfiguração do cemitério Vila Nova Cachoeirinha (São Paulo - SP) no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Versão corrigida

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields.

Orientador(a): Dra. Patricia Guidão Cruz Ruggiero

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Falcão, Lucas Amorim

Análise de uma concepção artístico-urbanística de reconfiguração do cemitério Vila Nova Cachoeirinha (São Paulo - SP) no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas / L. A. Falcão -- São Paulo, 2020. 59 p.

Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.

1.Cemitérios 2.Contaminação do solo 3.Contaminação de águas subterrâneas 4.Planejamento territorial urbano 5.Áreas contaminadas I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato às pessoas e instituições que de alguma forma ajudaram e viabilizaram a realização desta pesquisa.

Aos meus pais, Alberto Pereira Falcão e Eugênia de Amorim Falcão, e à minha irmã, Maria Tereza Amorim Falcão, pelo carinho que me dedicam, por acreditarem na minha capacidade, pelo apoio moral e financeiro, e por todo o suporte que me deram desde que decidi cursar esse MBA.

Agradeço à minha noiva, Déborah Lazzarini, por me convidar a visitar o CCBB de São Paulo onde tivemos o primeiro contato com a exposição “Jardins do Tempo”, por fazer a ponte entre mim e o artista Pazé e viabilizar o nosso contato, e por todo o suporte, paciência, encorajamento, inspiração e amor que me deram forças para levar este trabalho até o fim.

Ao Centro Cultural Banco do Brasil e seus funcionários, que tão prestativamente ajudaram no contato entre mim e o artista.

Ao artista Pazé, autor da exposição “Jardins do Tempo”, pela inspiração do tema e por gentilmente me fornecer seus textos e vídeos, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

À orientadora Prof.^a Dr.^a Patricia Ruggiero pelo interesse no tema, por acreditar na relevância do trabalho e por todo o suporte fornecido durante o processo.

RESUMO

Falcão, Lucas Amorim. **Análise de uma concepção artístico-urbanística de reconfiguração do cemitério Vila Nova Cachoeirinha (São Paulo - SP) no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas**. 2020. 59 p. Monografia (MBA em Gerenciamento de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Enquanto a demanda por espaço nas cidades aumenta, cemitérios tradicionais ocupam grandes espaços abertos relativamente isolados no ambiente urbano, destinados exclusivamente para sepultamentos. Além disso, a prática de sepultamento no solo configura um risco de contaminação ambiental devido aos gases e ao necrochorume gerados na decomposição dos corpos. Nesse contexto, a exposição “Jardins do Tempo”, do artista plástico Pazé, propõe reconfigurar quatro cemitérios públicos no município de São Paulo, entre eles o cemitério Vila Nova Cachoeirinha (no qual foi detectada contaminação). Seu projeto consiste em destinar uma parte do terreno para um cemitério vertical e outra parte para um jardim botânico. Pazé não propõe explicitamente ideias para lidar com a contaminação, como aplicar técnicas de remediação. No entanto, as obras resultarão na combinação de fitorremediação, remoção da fonte e atenuação natural, que entendemos ser provável de reduzir a contaminação no local. O plano ressignifica o papel do cemitério no contexto do bairro, promovendo melhorias no meio ambiente e na qualidade de vida da população e valorizando toda uma região, sem deixar de servir à sua proposta inicial. É essencial que o processo siga as diretrizes de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, com o engajamento da população envolvida, do poder público e das demais partes interessadas.

Palavras-chave: Cemitérios. Contaminação do solo. Contaminação de águas subterrâneas. Planejamento territorial urbano. Áreas Contaminadas.

ABSTRACT

Falcão, Lucas Amorim. Analysis of an artistic-urbanistic conception for reshaping the Vila Nova Cachoeirinha cemetery (São Paulo - SP) regarding the Management of Contaminated Sites. 2020. 59 p. ti – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Traditional cemeteries are usually located in big, open and somewhat isolated spaces amidst the urban environment, being exclusively aimed at burial practices. However, there is increasing demand for expanding housing areas in cities nowadays. These ground burials constitute a risk of environmental contamination because of the gases and the leachate originated from the buried corpses' decay. In this scenario, the "Jardins do Tempo" (Gardens of Time) art exhibit, by artist Pazé, proposes the reshaping of four public cemeteries in the city of São Paulo, including the Vila Nova Cachoeirinha cemetery, where contamination has been previously detected. The project means to use part of the cemetery grounds to house a vertical burial building block, and part as a botanical garden. Pazé's proposal does not approach remediation techniques "per se" to deal with the contamination in the cemetery, but the proposed changes will probably promote the combination of phytoremediation, source removal and natural attenuation techniques. The project reframes the role of the cemetery in the neighborhood's scenario improving the environment, people's well-being and real estate values, while still serving its original purpose. It is essential that the whole process takes place according to good practices of contaminated sites management, engaging the population, public agencies and other stakeholders.

Keywords: Cemeteries. Soil contamination. Groundwater contamination. Urban planning. Contaminated lands.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1. Tipos de sepultamentos	12
4.2. Processo de decomposição de cadáveres	12
4.3. Características do necrochorume	14
4.4. Substâncias e microrganismos de interesse	16
4.4.1. Substâncias orgânicas.....	16
4.4.2. Substâncias inorgânicas.....	16
4.4.3. Microrganismos.....	17
4.5. Gases da decomposição	18
4.6. Relações entre o meio físico e os contaminantes	18
4.7. Mecanismos de transporte	20
4.8. Pontos de exposição	22
4.8.1. <i>On-site</i>	22
4.8.2. <i>Off-site</i>	22
4.9. Licenciamento Ambiental	24
4.9.1. A Norma Técnica L1.040 da CETESB.....	24
4.9.2. A resolução CONAMA nº 335/2003 e suas alterações.....	26
4.10. O Gerenciamento de Áreas Contaminadas	27
4.11. Cemitérios como parques públicos	29
4.11.1. Cemitério Oakland, Atlanta (Estados Unidos).....	32
4.11.2. A reutilização de terrenos de cemitérios em Berlim.....	33
4.11.3. Cemitério Gamlebyen, Oslo (Noruega).....	34
4.11.4. Cemitério Kerepesi, Budapeste (Hungria).....	35
4.12. O caso do Cemitério Vila Nova Cachoeirinha – São Paulo, SP	36
4.12.1. Geologia e hidrogeologia.....	38
4.12.2. Substâncias e microrganismos encontrados.....	39
4.12.3. O cemitério Vila Nova Cachoeirinha como um “Jardim do Tempo”.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5.1. Implicações do projeto sobre a contaminação	48
5.2. O projeto como Plano de Intervenção no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas	49

6. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	58
ANEXO A – Nota explicativa de Pazé (2019) sobre a exposição “Jardins do Tempo” e o cemitério Vila Nova Cachoeirinha (<i>ipsis litteris</i>)	58
ANEXO B – <i>Links</i> para os <i>Teasers</i> em vídeo da exposição “Jardins do Tempo”	59

1. INTRODUÇÃO

“Todos os cemitérios são um risco potencial para o meio ambiente, em especial para o aquífero freático” (PACHECO, 2000).

Quais os papéis que os cemitérios urbanos de hoje podem desempenhar? Desde os tempos antigos a humanidade tem repensado as formas de lidar com seus mortos. Seja cremar, enterrar, jogar ao mar ou mumificar (CARNEIRO, 2008), as práticas funerárias ocorreram sempre em função de circunstâncias sociais, culturais, econômicas e espirituais.

O sepultamento por inumação (enterro) foi adotado mais comumente a partir do século XVII. Naquela época, pessoas eram enterradas no interior ou ao redor das Igrejas para que estivessem mais próximas da salvação divina (CARNEIRO, 2008).

A partir do século XVIII, os sepultamentos passaram a ser feitos ao ar livre, em cemitérios campais (FELICIONI; ANDRADE; BORTOLOZZO, 2007). São chamados “cemitérios” as porções de terra reservadas com o fim específico de realizar enterros (TANG, 2018).

Os cadáveres sepultados estão sujeitos a processos de decomposição que resultam na produção de necrochorume, termo que designa o líquido resultante da decomposição de cadáveres (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1999). De coloração castanho-acinzentada, cheiro acre e fétido, composto por água, sais minerais, substâncias orgânicas degradáveis e variados graus de patogenicidade devido à presença de microrganismos (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009), esse líquido tem capacidade de infiltração, transporte e contaminação em solos e águas subterrâneas. Um fator preocupante diz respeito ao sepultamento de corpos que contraíram doenças contagiosas e também corpos que foram tratados à base de elementos radioativos (MIGLIORINI, 1994).

Por esse motivo, o funcionamento de cemitérios configura atividade potencialmente poluidora, com potencial de provocar alterações físicas, químicas e biológicas para o meio ambiente, especialmente se implantados sem os devidos cuidados geológicos e hidrogeológicos.

Grande parte desses cemitérios, também chamados de necrópoles, se encontra hoje em áreas urbanas e densamente povoadas, configurando sérios riscos potenciais à saúde da população do entorno, de trabalhadores e de visitantes, bem

como desequilíbrios ecológicos. Não é incomum a proliferação de roedores, artrópodes peçonhentos e insetos nesses ambientes.

Apenas recentemente começou-se a pensar e planejar necrópoles tendo em vista aspectos ambientais e de saúde pública. A principal legislação que discorre sobre os aspectos construtivos de cemitérios foi publicada em 2003, sendo essa a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 335, alterada em 2006 pela Resolução CONAMA n° 368 e em 2008 pela Resolução CONAMA n° 402.

Especificamente no município de São Paulo, chamam a atenção as condições de alguns cemitérios que se encontram em estado de abandono, a despeito da legislação ambiental específica já se encontrar em vigor. Em alguns casos, é possível ver pedaços de caixões, roupas de defuntos e ossadas humanas ao ar livre (PAGOTTO, 2017).

Nesse contexto, a exposição “Jardins do Tempo”, apresentada pelo Ministério da Cidadania e pelo Banco do Brasil, de autoria do artista visual e Engenheiro Agrônomo Pazé com curadoria de Magnólia Costa (2019), vem apresentar uma nova proposta urbanística para quatro cemitérios públicos em situação precária na zona urbana da cidade de São Paulo. São eles: Araçá, Vila Nova Cachoeirinha, São Pedro (Vila Alpina) e Vila Formosa.

Os projetos preveem a requalificação desses cemitérios como jardins botânicos com áreas reservadas para sepultamentos verticais. Assim, esses espaços seriam reincorporados à cultura urbana como locais de lazer e convívio social, sem deixar de atender à sua finalidade inicial (COSTA, 2019). A exposição esteve em cartaz no Centro Cultural Banco do Brasil na cidade de São Paulo, entre os dias 17 de agosto e 28 de outubro de 2019.

Com base na literatura técnico-científica, este trabalho descreve a contaminação em cemitérios e discute de que forma o projeto de Pazé (2019) pode ser entendido como uma proposta de intervenção no contexto do gerenciamento de áreas contaminadas.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem os seguintes objetivos:

- Introduzir e discutir, com base em literatura técnico-científica, a problemática da contaminação ambiental pelo sepultamento de cadáveres humanos;
- Descrever os mecanismos envolvidos nesse tipo de contaminação, as substâncias e microrganismos prováveis de serem encontrados, e as principais consequências esperadas para o ambiente e para as pessoas;
- Discutir a implantação do projeto artístico-urbanístico de Pazé para o cemitério Vila Nova Cachoeirinha (São Paulo – SP) no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, pressupondo uma equivalência entre intervenções urbanísticas e técnicas de remediação ambiental;
- Apresentar as ações necessárias para que o projeto se qualifique como plano de intervenção em área contaminada, conforme as diretrizes da DD nº 38 (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Uma vez esboçada a ideia geral do trabalho na visita à exposição, iniciou-se uma revisão da literatura técnica, científica e legal sobre meio ambiente e cemitérios, com ênfase em contaminação do solo e água subterrânea, a fim de elaborar um referencial teórico que pudesse resumir as principais características e riscos desse tipo de empreendimento. A pesquisa foi realizada na Internet através do Google e do Google Scholar. Também foi consultado o livro “Meio Ambiente & Cemitérios” , de autoria do Prof. Dr. Alberto Pacheco. As palavras-chave utilizadas na busca por conteúdo em português foram: águas subterrâneas, cemitérios, contaminação, necrochorume, parques públicos, remediação, revitalização. Já na busca por conteúdo em inglês, as palavras-chave utilizadas foram: *cemetery, contamination, natural attenuation, public parks, remediation*.

Analisaram-se também os projetos de Pazé (2019)¹ para a reconfiguração de quatro cemitérios da capital paulista em sua exposição “Jardins do Tempo”. Para

¹ PAZÉ. Texto explicativo e *teasers* em vídeo da exposição Jardins do Tempo. Documentos recebidos por <lf.lucasfalcao@gmail.com> em 15 nov. 2019.

não tornar o trabalho muito extenso optou-se por focar em apenas um dos projetos, embora os quatro tenham muitas ideias e características em comum. Elegeu-se o projeto do cemitério Vila Nova Cachoeirinha por conta das informações disponíveis graças aos estudos realizados por Pacheco et al. (1991) e Matos (2001).

Com o foco estabelecido, realizou-se contato direto com o artista por e-mail a fim de obter detalhes sobre o projeto de reconfiguração do Vila Nova Cachoeirinha. Através desse contato o autor prontamente e gentilmente cedeu os dados necessários para viabilização dessa parte da pesquisa, bem como autorizou a reprodução integral dessas informações nos anexos deste trabalho.

A fase seguinte da pesquisa foi direcionada para a apresentação e discussão de casos de reconfiguração de cemitérios como parques públicos em contextos urbanos ao redor do mundo, também com extensa busca por artigos jornalísticos e científicos no Google e no Google Scholar. Dois artigos foram indicados pela orientadora Prof.^a Dr.^a Patricia Ruggiero.

Por fim, analisou-se o projeto de Pazé para o cemitério Vila Nova Cachoeirinha como um plano de intervenção apresentado no contexto do gerenciamento de áreas contaminadas, e discutidas as implicações de sua implantação no que diz respeito à reabilitação ambiental.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Cemitérios são como aterros sanitários, porém, com o agravante de que os corpos humanos sepultados possuem maior carga de bactérias patogênicas (ANJOS, 2013), além de metais, substâncias decorrentes de rádio e quimioterapias (MACEDO, 2007), conservantes utilizados em práticas funerárias, substâncias para conservação dos caixões (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009) e até medicamentos ingeridos em vida (PAÍGA; DELERUE-MATOS, 2016).

A contaminação em cemitérios tem origem na decomposição dos corpos neles sepultados. Observando esses aspectos, Pacheco (2000) classificou os impactos provocados pelos sepultamentos em cemitérios como físicos primários e secundários: o impacto físico primário ocorre quando há a contaminação das águas, e o secundário quando há a presença de maus odores provenientes da decomposição de cadáveres, que são liberados por problemas relacionados aos sepultamentos.

4.1. Tipos de sepultamentos

Usualmente, no Brasil, são praticados dois tipos de sepultamentos: por inumação no solo e por tumulação:

- a) Sepultamento por inumação no solo: trata-se do enterro do cadáver no solo propriamente dito. Tem por objetivo permitir a decomposição e o desaparecimento dos corpos segundo as regras de saúde pública. A profundidade das covas deve levar em consideração os aspectos geológicos e hidrogeológicos a fim de proteger os aquíferos freáticos, e a espessura da cobertura de terra sobre o caixão é importante para impedir que os gases funerários atinjam a superfície (PACHECO, 2000);
- b) Sepultamento por tumulação: trata-se do sepultamento em túmulos pré-fabricados, feitos de alvenaria ou concreto, enterrados ou acima do solo, que devem ser selados de forma a impedir a saída do necrochorume e impedir que os gases dos corpos emanem para o exterior. Esses túmulos devem ser estanques, e estão sujeitos a trincas e infiltrações (PACHECO, 2000).

4.2. Processo de decomposição de cadáveres

Um cadáver pode ser considerado um verdadeiro ecossistema no qual interagem microrganismos, enzimas, bactérias decompositoras, artrópodes e outros seres vivos.

Segundo Pacheco (2000), a putrefação de um cadáver se inicia com as bactérias endógenas intestinais, do tipo saprófitas, principalmente enterobactérias. A esta fase anaeróbica segue-se a atuação de bactérias aeróbias-anaeróbias facultativas das famílias *Neisseriaceae* e *Pseudomonadaceae* e outras anaeróbias do gênero *Clostridium*. No caso de morte por moléstia contagiosa ou epidemia, os agentes da infecção também se encontram presentes no corpo sepultado.

Essa decomposição ocorre em quatro períodos, sendo eles o período de coloração, o gasoso, o coliquativo e o de esqueletização (PACHECO, 2000), sendo os três últimos os mais relevantes para este trabalho.

No período gasoso, os gases que se desenvolveram no interior do cadáver começam a se espalhar por todo o corpo, liberando os gases cadavéricos. No coliquativo, se inicia a dissolução das partes moles dos cadáveres pela ação conjunta da fauna necrófaga, em que além dos germes putrefativos, há também grande presença de larvas e insetos, coadjuvantes no processo de decomposição. É nesse período que ocorre a formação do necrochorume (PACHECO, 2000). Por fim, após o período coliquativo ocorre a completa deterioração da matéria orgânica, restando apenas o esqueleto. Os ossos resistem por muito tempo, porém, vão perdendo pouco a pouco sua estrutura habitual, tornando-se cada vez mais frágeis e mais leves (FRANÇA, 2017). Esta etapa caracteriza o período de esqueletização, última fase do processo de decomposição.

Os fatores que influenciam no processo putrefativo podem ser classificados em intrínsecos ao próprio corpo, como a idade, constituição física e causa-mortis, e fatores ambientais, como a temperatura, a umidade, a ventilação e o tipo de solo (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009).

Em regiões mais quentes, por exemplo, a decomposição é mais rápida. Temperaturas entre 15° C e 25° C são as mais favoráveis; acima de 100° C ocorre a decocção ou incineração, e abaixo de 0° gelam-se os líquidos e o cadáver se conserva nesse estado (DIAS², 1963 apud PACHECO, 2012).

A umidade é importante para o desempenho dos microrganismos degradadores. Tanto o excesso como o déficit de umidade são altamente prejudiciais à putrefação, retardando esse processo através de fenômenos conservadores (PACHECO, 2000). Quando a umidade no solo é alta, pode acontecer a saponificação, processo em que a 'quebra' das gorduras corporais libera ácidos graxos, cuja acidez inibe a ação das bactérias putrefativas (Figura 1).

² Dias, M. V. L. Notícia histórica da inumação. Portugal, Coimbra. 1963

Figura 1: Exemplo de cadáver saponificado em exibição no *Smithsonian's National Museum of Natural History* - Washington, Estados Unidos.



Fonte: Hunt, 2011 in *Smithsonian Snapshot: Soapman*. Disponível em: <<https://www.si.edu/newsdesk/snapshot/soapman>>; acesso em: 03 jul. 2020.

A saponificação é comum nos cemitérios brasileiros, em decorrência do clima quente e úmido e da invasão das sepulturas por águas superficiais e subterrâneas (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009). Do outro lado do espectro se encontra o fenômeno conservativo da mumificação, mais comum em regiões secas.

A ventilação propicia a ação dos microrganismos aeróbios, acelerando a decomposição. É maior na inumação do que na tumulação, pois nesta última o cadáver fica isolado do ar atmosférico (considerando um túmulo bem construído e sem trincas). De acordo com Pacheco (2000), cadáveres sepultados por inumação a baixas profundidades se decompõem mais rapidamente, com maior ação da fauna cadavérica. No entanto, há de se destacar que quanto menor a profundidade, maior é o escape de gases nauseabundos, e maior é o risco do acesso por ratos, vermes e outros animais.

Por fim, solos porosos e pouco permeáveis como os argilosos dificultam a putrefação. Segundo Pacheco (2000), o solo correto para um cemitério é aquele com maior permeabilidade, permitindo o acesso regular do oxigênio necessário para uma combustão lenta. No entanto, quanto mais permeável é o meio, maior é a velocidade e a distância alcançada no transporte dos contaminantes.

4.3. Características do necrochorume

A palavra “necrochorume” se trata de um neologismo e designa o líquido que resulta da dissolução das partes moles de um cadáver durante o período de coliquação. O termo foi criado por analogia ao chorume de resíduos orgânicos em lixões, aterros e outros depósitos de lixo comuns no dia a dia. Até o final do processo

de decomposição, cada corpo decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume (BACIGALUPO, 2010).

É importante conhecer as características desse líquido para prever seu comportamento no meio circundante. Segundo Silva (1998), o necrochorume é mais viscoso que a água, apresenta cheiro acre e fétido, possui densidade média de $1,23 \text{ g/cm}^3$ e é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis (que incluem putrescina e cadaverina, duas diaminas altamente tóxicas), é polimerizável e apresenta cor acinzentada a acastanhada (Figura 2)

Figura 2: Afloramento de necrochorume junto a sepulturas do cemitério Vila Nova Cachoeirinha



Fonte: Matos; Pacheco, 2000

Além disso, o necrochorume propicia a sobrevivência de microrganismos presentes nos cadáveres em putrefação, que podem atingir o aquífero freático, levando consigo vírus e bactérias causadores de doenças, a depender das condições geológicas do meio (PACHECO, 2000). Também carrega outras substâncias orgânicas decorrentes do processo de decomposição, conservantes utilizados em práticas funerárias e traços de medicamentos, bem como metais presentes em amálgamas dentárias, marcapassos e adereços de caixões.

4.4. Substâncias e microrganismos de interesse

4.4.1. Substâncias orgânicas

Em cemitérios, cadáveres podem causar contaminação das águas subterrâneas por aumentar a concentração de substâncias orgânicas a um nível suficiente para tornar essas águas não utilizáveis ou não-potáveis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

A aplicação da tanatopraxia (técnica de maquiar partes do cadáver com cosméticos, corantes, enrijecedores e outros produtos) também é fonte de contaminantes. Entre as substâncias e compostos orgânicos presentes no necrochorume se encontram formaldeído e metanol, utilizados no embalsamamento dos corpos (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009).

Nos Estados Unidos, sepultamentos utilizam, a cada ano, 800,000 galões de fluido de embalsamamento (TANG, 2019). Mesmo em baixas concentrações, podem provocar irritação nos olhos e na garganta, e podem ser mortais em altas concentrações (TANG, 2019). O formaldeído nesses fluidos é volátil e tem efeito carcinogênico, e está presente nos corpos após tratamento funerário, bem como nas resinas da madeira de alguns caixões (HART; CASPER, 2014).

Os compostos orgânicos degradáveis liberados no processo de decomposição dos corpos estimulam a atividade microbiana no solo sob áreas de sepultamentos. Também aumentam, no solo, o teor de compostos de nitrogênio, fósforo e sais (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009). Migliorini (1994) detectou altos índices de produtos nitrogenados como amônia, nitrato e nitrito em águas subterrâneas contaminadas por necrochorume, como produtos da decomposição dos cadáveres.

4.4.2. Substâncias inorgânicas

O necrochorume ainda pode conter resíduos de tratamentos químicos hospitalares de medicamentos, de tratamentos quimioterápicos e radioterápicos, além de metais pesados, provenientes dos adereços dos caixões (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009) ou até dos próprios caixões no caso de caixões metálicos. Também é possível encontrar mercúrio presente em amálgamas dentais (HART; CASPER, 2004), e outros metais como prata, platina, paládio, cobalto e outros, presentes por exemplo em aparelhos ortopédicos e joias.

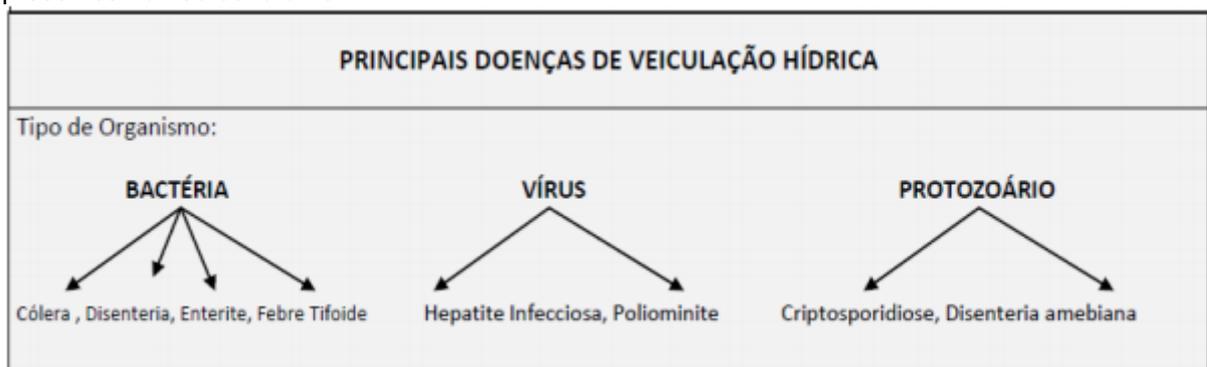
4.4.3. Microrganismos

É no transporte de microrganismos que reside o principal fator de risco na contaminação em cemitérios. Muitos dos microrganismos e parasitas nesse meio provocam doenças que podem ter levado a óbito algumas das pessoas ali enterradas.

O necrochorume contém quantidades elevadas de diferentes bactérias, como as causadoras de tétano (*Clostridium tetani*), gangrena gasosa (*Clostridium perfringes*), febre tifóide (*Salmonella typhi*), febre parasitóide (*Salmonella paratyphi*), disenteria (*Shigella dysenteriae*) e outras, muitos tipos de vírus, como os da hepatite (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2014), além de coliformes e bactérias envolvidas na decomposição dos corpos.

O necrochorume pode conter elevadas quantidades de microrganismos causadores de doenças de veiculação hídrica (Figura 3).

Figura 3: Principais doenças de veiculação hídrica transmitida por microrganismos que podem estar presentes no necrochorume



Fonte: Bacigalupo, 2010

A presença destes organismos e a sua possível disseminação no ambiente pode transmitir doenças à população. Silva³ (1995, apud PACHECO, 2000) afirma que em São Paulo há notícias de ocorrência de vetores de poliomielite no subsolo do Bairro da Barra Funda, aos 40m de profundidade, e que na baixada do Pacaembu, num poço artesiano, verificou-se a presença de agentes da hepatite aos 70m de profundidade, em rochas cristalinas fraturadas.

³ Silva, L. M. Os cemitérios na problemática ambiental. In: I seminário nacional sobre cemitérios e meio ambiente. São Paulo. 1995

4.5. Gases da decomposição

Logo após a morte, o corpo inicia o processo de expelir odores desagradáveis devido à produção de gases devido ao início do período gasoso da decomposição.

Os principais gases exalados na decomposição dos corpos são o gás sulfídrico (H_2S), o amoníaco (NH_3), o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e a fosfina (PH_3) (PACHECO, 2012), além de mercaptanas (compostos que contêm enxofre, como a cadaverina e a putrescina, responsáveis pelo cheiro de carne podre) (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009). É de se esperar também que sejam depositos na atmosfera os compostos voláteis utilizados na conservação dos corpos, como o metanol e o formaldeído.

Alguns dos gases liberados são altamente prejudiciais, como é o caso do gás sulfídrico, que é extremamente tóxico e inflamável, podendo ser fatal; o amoníaco, que também é tóxico e muito solúvel em água (KEMERICH et al, 2014); e a fosfina, que é um gás incolor também tóxico e altamente inflamável, sujeito à combustão espontânea (Gama Gases, 2016). Além desses elementos característicos, outras substâncias são emitidas, como óxidos metálicos (titânio, cromo, cádmio, chumbo, ferro, manganês, mercúrio e níquel entre outros), compostos lixiviados dos adereços das urnas mortuárias (incluindo formaldeído) e metanol utilizados na prática do embalsamento (KEMERICH et al, 2014).

Esses gases estando presentes no ar podem elevar o índice de doenças respiratórias como a asma, além de irritação nos olhos, doenças cardiovasculares (CARNEIRO, 2014), convulsões, paralisia e até morte (GAMA GASES, 2016).

4.6. Relações entre o meio físico e os contaminantes

Nos casos de sepultamento por inumação no solo, o risco de escape de gases é mais proeminente em covas mais rasas sob solo pouco compactado, pois não há o isolamento adequado para que isso não aconteça. Segundo Pacheco (2000), a espessura da cobertura de terra sobre o caixão é importante para impedir que tais gases atinjam a superfície e que animais possam revolver a terra, sendo necessária principalmente em sepulturas com menos de 1,55m de profundidade.

Já em sepultamentos por tumulação, em teoria, os túmulos são selados e estanques, impedindo o escape de gases. No entanto, pode acontecer a exudação de gases nocivos por meio de fissuras decorrentes da má construção dos túmulos ou de eventuais movimentações do solo.

Já o necrochorume, substância líquida, viscosa e mais densa que a água, tem a capacidade de infiltrar no solo com ajuda hídrica, podendo alcançar o aquífero freático abaixo das sepulturas. O necrochorume tem tempo de se decompor e se reduzir a substâncias mais simples e inofensivas caso não atinja o aquífero freático, mas pode contaminar o subsolo se o meio físico local for vulnerável. Por esse motivo, o sepultamento deve ocorrer a uma distância segura do nível freático.

A Resolução CONAMA nº 335/2003, que dispõe sobre licenciamento ambiental de cemitérios, após alteração pela 368/2006, passou a exigir que o fundo da sepultura esteja a uma distância de pelo menos 1,5m acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias (BRASIL, 2006). Todavia, Matos (2001), em seu estudo da contaminação no cemitério Vila Nova Cachoeirinha, observou o transporte de vírus por pelo menos 3,2m na zona não saturada até alcançar o nível freático, demonstrando que nesse caso, a distância mínima de 1,5m não seria suficiente para reter esses microrganismos.

Em baixas profundidades, a água tem uma menor distância de transporte e um menor tempo de residência do que em profundidades maiores. Portanto, nascentes e poços rasos são mais vulneráveis à contaminação (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2017).

O limite entre a zona não saturada (ou de aeração) e a zona saturada, na qual a água ocupa todos os espaços, é definido pelo nível freático. A zona não saturada atua como um filtro, por apresentar um ambiente favorável à modificação de compostos orgânicos e inorgânicos e à retenção e eliminação de bactérias e vírus. A existência de uma zona não saturada mais espessa aumenta as chances de atenuação natural do necrochorume durante a putrefação de cadáveres. É nela que a matéria é degradada a componentes inócuos. A maior parte da biodegradação do necrochorume ocorre na zona não saturada (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

A eficácia do solo na retenção de microrganismos depende de fatores como tipo de solo, umidade, aeração, teor de nutrientes e outros (SILVA; MALAGUTTI

FILHO, 2009). Portanto, maximizar o tempo de residência do necrochorume na zona não saturada é um fator chave para a remoção de bactérias e vírus.

A maior parte dos poliovírus ficam retidos no solo, podendo se movimentar para as águas subterrâneas através de lixiviação a partir das chuvas. Esses vírus podem migrar em grandes distâncias em solos mais arenosos. No entanto, aumentando-se a concentração dos vírus em solução, chega-se a um ponto em que o solo já não consegue adsorver estes de maneira tão eficiente (MATOS, 2001).

A proporção de argila no solo deve ficar entre 20% e 40%, para favorecer os processos de decomposição (que dependem da presença de ar) e as condições de drenagem do necrochorume. Em solos com média permeabilidade e nível freático profundo tem-se um ambiente favorável para a putrefação e a filtragem do necrochorume, o que significa baixa vulnerabilidade de contaminação (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009).

No entanto, se o material geológico tem pouca permeabilidade e o nível freático é quase aflorante, o solo é extremamente vulnerável à contaminação, além de favorecer fenômenos como a saponificação. Também podem ocorrer diversas situações intermediárias (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009).

Na prática, todo o contexto hidrogeoquímico de cemitérios depende de processos de atenuação natural (DENT; KNIGHT, 2007).

4.7. Mecanismos de transporte

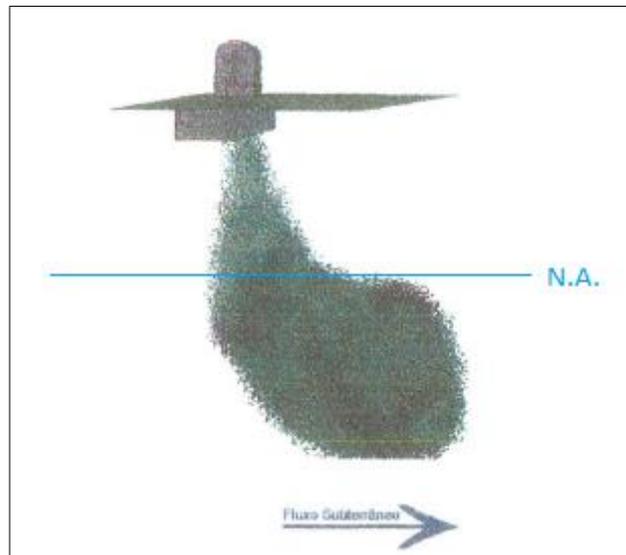
O transporte de massa dos produtos da decomposição ocorre em duas principais direções: para cima e para baixo: produtos voláteis como CO₂, metano, amônia, putrescina e outros migram na direção da superfície por difusão e advecção (HART; CASPER, 2004). Compostos em solução e em suspensão, como amônio, microrganismos e necrochorume migram para baixo, por gravidade, na direção do aquífero freático.

Nas águas subterrâneas, especificamente, Pacheco (2000) afirma que é possível observar duas situações pelas quais a contaminação por necrochorume pode ocorrer no sepultamento por inumação no solo: o transporte do necrochorume para o subsolo pela lixiviação da sepultura, e a subida do nível freático provocando a sua inundação.

Locais onde as características geológicas favorecem os fenômenos conservativos do solo ou reduzem a retenção do contaminante na camada superficial e com nível freático raso são especialmente vulneráveis. Túmulos em ruínas ou com rachaduras, problemas causados principalmente pela compactação do solo, por raízes de árvores ou mesmo por negligência dos proprietários, também favorecem a contaminação das águas subterrâneas (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2014).

A partir do aporte de necrochorume no aquífero, dadas as relações de viscosidade e densidade, formam-se as plumas de contaminação em água subterrânea, que devem migrar por advecção segundo o fluxo subterrâneo (Figura 4).

Figura 4: Formação da pluma de contaminação por necrochorume a partir de um cadáver sepultado por inumação.

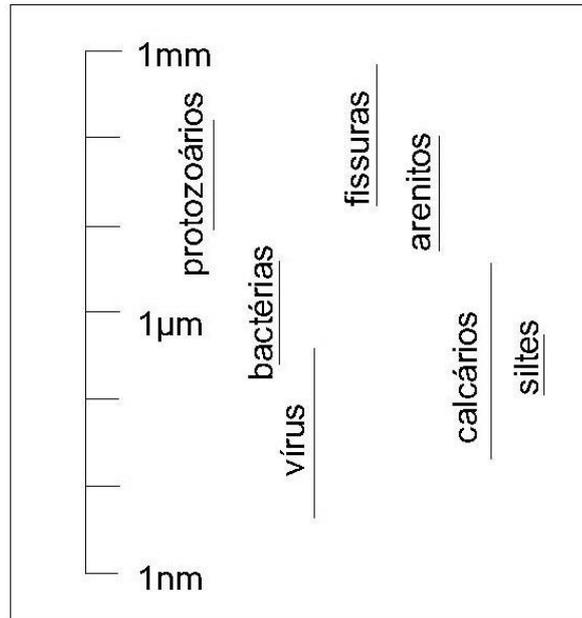


Fonte: Modificado de Silva⁴, 1986, apud Pacheco, 2000

Matos (2001) observou que no Cemitério Vila Nova Cachoeirinha, as bactérias foram transportadas alguns metros, e os vírus, algumas dezenas de metros. No entanto, por sua dimensão reduzida, os vírus podem ser retidos às partículas de solo por adsorção (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998), reduzindo sua mobilidade (Figura 5).

⁴ Silva, L. M. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: Congresso latino-americano de hidrologia subterrânea. Uruguai, Montevideu. 1998

Figura 5: Comparação de tamanho entre patógenos presentes no necrochorume e poros em formações geológicas



Fonte: Modificado de Hart; Casper, 2004

4.8. Pontos de exposição

4.8.1. On-site

A população mais diretamente exposta à contaminação em cemitérios são os próprios coveiros que neles trabalham. Essa classe de trabalhadores fica diretamente exposta ao risco por inalação dos gases da decomposição e, principalmente, pelo contato direto com os corpos, o necrochorume, a água contaminada e as partículas de solo durante a inumação e exumação de corpos.

A existência de poços rasos nos locais também configura um meio de exposição aos contaminantes, pois a água subterrânea poderia ser utilizada na irrigação do cemitério ou mesmo para consumo humano, como para lavar as mãos e as ferramentas dos trabalhadores.

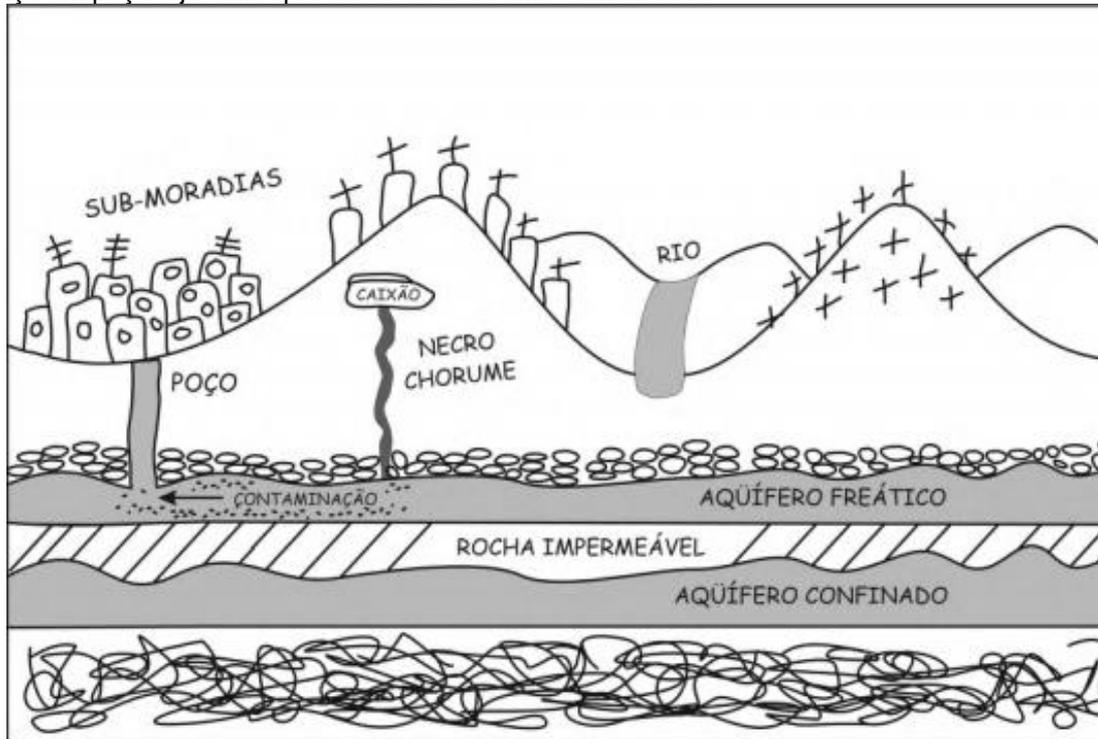
Os visitantes também ficam expostos a esses gases, embora seja uma exposição eventual.

4.8.2. Off-site

A população e moradias do entorno do cemitério são as mais afetadas. Nesse contexto, há de se considerar que as águas provenientes de cemitérios, caso

captadas por um poço raso, por exemplo, configuram sérios riscos à população abastecida por esse poço. Ainda pode ocorrer a contaminação de águas superficiais (Figura 6).

Figura 6: Ilustração esquemática da contaminação de um aquífero freático por necrochorume, o qual alcança um poço a jusante que abastece toda uma comunidade



Fonte: Andrade in Felicioni; Andrade; Bortolozzo, 2007

Ademais, sendo o necrochorume mais denso do que a água, não se pode descartar a possibilidade de a contaminação alcançar aquíferos mais profundos através da migração por fraturas nas formações rochosas, conforme constatado por Silva⁵ (1995, apud PACHECO, 2000).

⁵ Silva, L. M. Os cemitérios na problemática ambiental. In: I seminário nacional sobre cemitérios e meio ambiente. São Paulo. 1995

4.9. Licenciamento Ambiental

Cemitérios tradicionais vinham sendo construídos sem um planejamento para mitigação de seus impactos ambientais, promovendo sobremaneira a contaminação das águas subterrâneas (SILVA et al., 2006).

Os requisitos e condições técnicas de implantação de cemitérios no estado de São Paulo são balizados Norma Técnica L1.040, publicada em 1999 pela CETESB, então denominada Centro Tecnológico de Saneamento Básico. Posteriormente, em âmbito nacional, foi publicada a resolução CONAMA n° 335 (BRASIL, 2003), alterada pelas resoluções CONAMA n° 368 e 402 (Id., 2006, 2008).

Apesar das quase duas décadas desde a publicação da resolução n° 335 do CONAMA, ainda é comum no Brasil a operação de cemitérios irregulares e sem licença ambiental. Por exemplo, uma reportagem de 2019 revela que dos mais de 500 cemitérios existentes no interior do estado de Sergipe, apenas 4 possuem licença ambiental (JORNAL DA CIDADE, 2019). Essa tendência é observada principalmente nos cemitérios públicos, que tem menos condições, estrutura e recursos financeiros para realizar essas adequações (SILVA, M. 2008).

SILVA et al. (2006) apontaram que mais de 600 cemitérios estavam em situação irregular com relação ao licenciamento e condições ambientais. Segundo esse autor, cerca de 75% dos cemitérios públicos apresentavam problemas de contaminação, enquanto que nos particulares esse índice era de 25%.

Em 2008, uma reportagem apontou que 3 em cada 4 cemitérios do estado do Paraná se encontravam irregulares, e citou como exceção o cemitério Parque São Pedro, no bairro Umbará, em Curitiba (SILVA, L., 2008).

Os órgãos ambientais competentes têm na Resolução n° 335/03 e atualizações um importante instrumento para balizar a implantação, o licenciamento e o funcionamento de cemitérios ambientalmente seguros, mas para isso se efetivar, tanto a sociedade como o poder público precisam estar conscientes dos reais riscos que um cemitério irregular pode trazer ao meio ambiente e à saúde pública.

4.9.1. A Norma Técnica L1.040 da CETESB

“Os cemitérios envolvem uma problemática intrinsecamente vinculada à saúde pública e à qualidade ambiental, dado o comprometimento potencial a que estão

sujeitos os solos e as águas” (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1999).

Com o intuito de estabelecer as condições ambientais mínimas para implantação de cemitérios destinados ao sepultamento no solo a CETESB publicou a Norma Técnica L1.040, intitulada “Implantação de Cemitérios”, no ano de 1999. Essa norma destaca a importância da caracterização geológica e hidrogeológica para implantação de cemitérios, o que se reflete nas condições gerais por ela estabelecida. Nesse aspecto, os principais pontos dessa normativa são:

- O local deverá se situar a uma distância mínima de cursos e corpos d’água naturais ou artificiais, conforme legislação vigente;
- A implantação deverá ocorrer em locais onde as condições de fluxo do freático não ensejem a deterioração das condições de potabilidade pré-existentes de captações de água subterrânea;
- O cemitério deverá ser contornado por uma faixa de no mínimo 5 m destinada à implantação de uma cortina verde constituída por árvores e arbustos;
- O subsolo do cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível freático (medido no fim da estação de cheias), ou até 10 m de profundidade, nos casos em que o lençol freático não for encontrado até esse nível. Casos de solos com coeficientes de permeabilidade diferentes deverão ser tecnicamente fundamentados em estudos geológicos e hidrogeológicos, em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada, comprovando uma condição equivalente de segurança;
- O nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos 1,5 m acima do mais alto nível do lençol freático (medido no fim da estação de cheias). Casos com distâncias inferiores deverão também ser tecnicamente fundamentados, devendo também prever um sistema de rebaixamento artificial pela drenagem da água subterrânea;
- Áreas com substrato rochoso extremamente vulnerável, tais como zonas de falhamentos, zonas catacladas, rochas calcárias etc. deverão ser previamente descartadas ou consideradas com restrições;

- Caso os estudos demonstrem que o aquífero freático é potencialmente vulnerável a contaminações, deverá ser instalado um sistema de poços de monitoramento.

4.9.2. A resolução CONAMA nº 335/2003 e suas alterações

Por conta disso, no ano de 2003, o governo federal instituiu através do CONAMA a Resolução nº 335, estabelecendo que os cemitérios horizontais e verticais estão sujeitos a licenciamento ambiental, com regras específicas para instalação e funcionamento visando minimizar os impactos ambientais desse tipo de atividade (BRASIL, 2003). A Resolução nº 335 foi posteriormente alterada pelas Resoluções nº 368, de 2006 e 402, de 2008.

Os principais pontos estabelecidos são:

- Fica 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;
- O nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um 1,5 m acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias (caso isso não seja possível, as sepulturas deverão ficar acima do nível natural do terreno);
- Deverão ser adotadas técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos;
- A área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de 5 m em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área;

Cemitérios horizontais localizados em áreas de manancial devem também observar o seguinte:

- A área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos;

- O perímetro e o interior 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;
- O subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Para permeabilidades maiores, é necessário que o nível inferior dos jazigos esteja 10 m acima do nível do lençol freático.

Todas as obrigações e recomendações da Resolução CONAMA nº 335/03 deveriam ser aplicadas em um prazo de 180 dias para “cemitérios existentes e licenciados”, com a devida requisição da regularização e licença ambiental. Posteriormente, a Resolução nº 368/06 aumentou esse prazo até março de 2008, e a 402/08, até dezembro de 2010 (BRASIL, 2003, 2006, 2008).

4.10. O Gerenciamento de Áreas Contaminadas

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2013a), o Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC) é definido como um conjunto de medidas tomadas com o intuito de minimizar o risco proveniente da existência de áreas contaminadas à população e ao meio ambiente. Essas medidas devem proporcionar os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.

O GAC segue um “rito” que consiste basicamente nas etapas sequenciais de diagnóstico, intervenção, monitoramento para encerramento e o encerramento em si. Esse encerramento se dá quando, após o monitoramento sistemático pós-intervenção e constatação de ausência de risco conforme critérios estabelecidos durante a avaliação de risco, a área é enfim considerada reabilitada para o uso proposto.

A etapa de diagnóstico compreende as seguintes fases em ordem cronológica, definidas pela Resolução CONAMA nº 420 (BRASIL, 2009):

Avaliação Preliminar: avaliação inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área;

(...)

Investigação confirmatória: etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação.

Considerando que na etapa de Avaliação Preliminar e Investigação Confirmatória sejam encontradas concentrações de contaminantes acima dos respectivos Valores de Intervenção (VI), deverá ocorrer a Investigação Detalhada e, a partir dos dados obtidos, uma Avaliação de Risco à Saúde Humana, definidas pela mesma Resolução CONAMA n° 420:

Investigação detalhada: etapa do processo de gerenciamento de áreas contaminadas, que consiste na aquisição e interpretação de dados em área contaminada sob investigação, a fim de entender a dinâmica da contaminação nos meios físicos afetados e a identificação dos cenários específicos de uso e ocupação do solo, dos receptores de risco existentes, dos caminhos de exposição e das vias de ingresso;

(...)

Avaliação de risco: processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido

Nessa etapa devem-se considerar os riscos para os diferentes cenários de exposição e definir as concentrações máximas aceitáveis para os contaminantes presentes.

Caso constatado algum risco, podem ser necessárias ações de intervenção para viabilizar a utilização da área, como restrições no uso da água e do solo, remediação dos meios contaminados, ou até mesmo a mudança no uso do terreno. A resolução CONAMA n° 420 apresenta a seguinte definição para a etapa de “intervenção”:

Intervenção: etapa de execução de ações de controle para a eliminação do perigo ou redução, a níveis toleráveis, dos riscos identificados na etapa de diagnóstico, bem como o monitoramento da eficácia das ações executadas,

considerando o uso atual e futuro da área, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

Essas ações podem incluir a adoção de técnicas de remediação, e devem ser coordenadas e detalhadas em um Plano de Intervenção específico para o caso em análise com o objetivo de reabilitar a área para o uso proposto, ou seja, eliminar ou reduzir os riscos identificados a níveis aceitáveis.

4.11. Cemitérios como parques públicos

Cemitérios tradicionais geralmente são encarados como espaços exclusivamente destinados ao sepultamento. No entanto, esses espaços amplos podem ser utilizados para proporcionar uma melhor qualidade de vida para a população do entorno, sempre observando as boas práticas ambientais e urbanísticas, além de questões culturais e religiosas das comunidades afetadas. Essa é uma nova concepção que propõe um olhar diferente para os cemitérios: ou seja, não apenas como áreas destinadas aos mortos, mas também como espaço de lazer e bem-estar para os vivos.

Algumas cidades historicamente utilizam cemitérios como espaços verdes públicos para recreação. Um exemplo é o cemitério Elmwood, na Carolina do Norte, Estados Unidos, que se abriu para a comunidade promovendo a prática de caminhadas, corridas, ciclismo, observação de pássaros e passeios com cães (HARNIK; MEROLLI, 2010). Em Washington, Estados Unidos, o Cemitério do Congresso é até hoje utilizado para diversas atividades recreativas (Figura 7).

Figura 7: Cemitério do Congresso em Washington, Estados Unidos.



Fonte: Ernst in Harnik; Merolli, 2010.

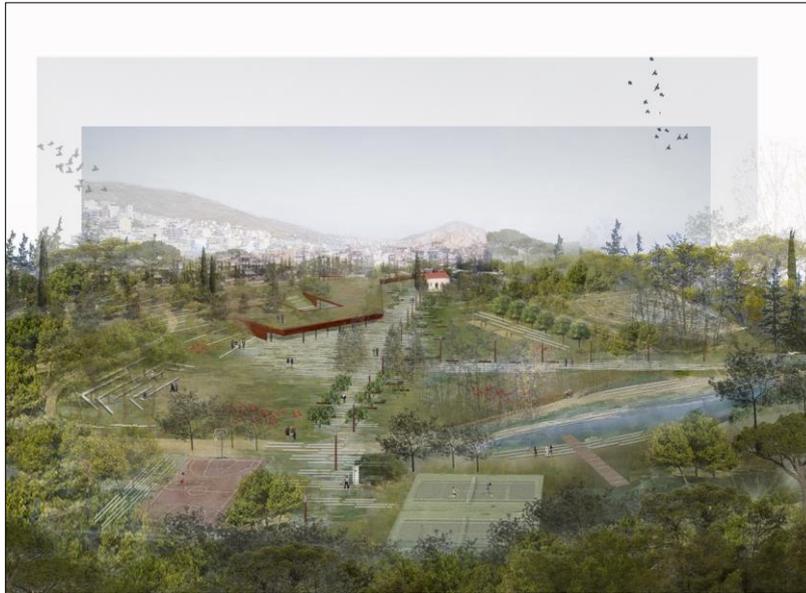
Embora esta pesquisa tenha localizado vários casos de contaminação em cemitérios, inclusive fora do Brasil (PAÍGA; DELERUE-MATOS, 2016. RODRIGUES; PACHECO, 2003. SPONGBERG; BECKS, 1999), não foi possível encontrar casos de cemitérios recuperados que tenham passado formalmente por uma remediação ambiental.

No entanto, um caso de recuperação ambiental foi descrito em Nikaia, região oeste de Atenas, capital da Grécia, em um estudo de contaminação do solo de um cemitério que havia sido abandonado em 2003 (MASSAS; KEFALOGIANNI; CHATZIPAVLIDIS, 2018), o que significa que o sepultamento foi cessado. Foram coletadas e analisadas várias amostras de solo em 2014, nas quais se detectaram baixas concentrações de nitratos, metais, e dos patógenos *Clostridium perfringens*, bactérias coliformes e enterococos. Segundo os autores desse trabalho, durante um período de 11 anos sem sepultamentos, a contaminação existente foi reduzida a níveis considerados próximos aos solos normais de ambientes urbanos.

Uma proposta de transformação desse cemitério em parque público foi apresentada pelo escritório de arquitetura Topio7 em 2016, promovendo “uma osmose mútua entre o parque e a cidade”, de acordo com uma reportagem do portal *Archdaily* (BARI, 2017). Além das áreas de convivência e demais aparatos estão previstas uma

série de zonas de transição verdes entre a cidade e o cemitério, a fim de passar a ideia de “progressão” do agito da cidade para a serenidade do parque (Figura 8).

Figura 8: Imagem conceitual do projeto de revitalização do antigo cemitério de Nikaia, Grécia.



Fonte: Topio7 in Bari, 2017.

Haja vistas as condições de conservação, superlotação e falta de segurança observadas em muitos cemitérios no Brasil, é de se esperar que exista alguma demanda da população brasileira pela renovação desses espaços. Nesse ínterim, Silva (2018) apresentou um projeto baseado na verticalização e na implementação de um parque urbano para o cemitério São Cristóvão, no município de Florianópolis. Seu projeto, assim como o de Pazé (2019), buscou contemplar um cemitério urbano integrado à ideia de parque, que fosse sensível e receptivo às pessoas, e que ao mesmo tempo não deixasse de cumprir sua função inicial. A mesma autora cita como exemplo o Parque da Luz em Florianópolis, espaço onde ficava o primeiro cemitério público da ilha, que teve que dar lugar para a construção da cabeceira da ponte Hercílio Luz.

Os exemplos abaixo, embora não diretamente envolvidos com a questão de revitalização de áreas contaminadas, são emblemáticos no que diz respeito à reinserção de cemitérios ao ambiente urbano e à importância de sua utilização como espaços públicos de convivência, corroborando a proposta de Pazé (2018).

4.11.1. Cemitério Oakland, Atlanta (Estados Unidos)

Um emblemático caso de revitalização de cemitérios norte-americanos é o do Cemitério Oakland, em Atlanta. Nos anos 1970 o local se encontrava em estado de abandono, tendo sido revitalizado após grande mobilização dos setores público e privado. Foi criada a *Historic Oakland Cemetery Foundation*, responsável por administrar o cemitério em parceria com o poder público, bem como coordenar ações de revitalização do espaço (HARNIK; MEROLLI, 2010). Essas ações acontecem até hoje, conforme o “twenty-year master plan”, desenvolvido em 2008, que traça planos e diretrizes para a completa revitalização do espaço até o ano de 2028 (HISTORIC OAKLAND FOUNDATION, 2008). No entanto, não há menção de contaminação ambiental nesses documentos.

Atualmente o cemitério possui uma estrutura completa com estradas, espaços para caminhadas, bancos para sentar, jardins e um prédio central para a realização de eventos, além de abrigar árvores centenárias. A administração ainda organiza aulas de fotografia, tours guiados e até festivais com música, comida e artesanatos (Figura 9).

Figura 9: Festival Sunday in the Park, no cemitério Oakland, em Atlanta, Estados Unidos.



Fonte: Historic Oakland Foundation, 2019.

Atestando o sucesso da empreitada, destaca-se que na data de consulta, 02 de novembro de 2019, o cemitério Oakland se encontrava listado na sétima posição

da lista de melhores atrações de Atlanta, de acordo com as classificações dos viajantes no site TripAdvisor (2019).

Até hoje ocorrem sepultamentos regulares no local.

4.11.2. A reutilização de terrenos de cemitérios em Berlim

“Cemitérios estão sumindo na capital alemã” (ESTRIN, 2016) – essa frase revela a iminente reocupação dos espaços antes reservados para sepultamentos em uma das áreas mais populosas da Europa. Os cemitérios em Berlim estão sendo convertidos em parques, playgrounds, e até terrenos para construção de moradias, pois os cidadãos veem o espaço nas cidades encolhendo diante de seus olhos, devido a um incremento populacional sem um aumento proporcional nos espaços reservados à ocupação (TANG, 2019).

Esse fator, juntamente com a cobrança de aluguéis para sepultamentos nos cemitérios, levou as pessoas a escolherem a cremação em vez do sepultamento. Jurgen Quandt (2016), chefe de uma associação Protestante que gerencia muitos dos cemitérios de Berlim, prevê que apenas um quarto das terras em seus cemitérios será utilizado para sepultamentos nas próximas décadas (ESTRIN, 2016). Devido a isso, já não causa estranheza a visão de um grupo de crianças brincando ao lado de lápides históricas na capital alemã (Figura 10).

Figura 10: Crianças se divertindo ao lado de uma lápide no playground da creche Sophienkirche. Essa creche se localiza nas terras da igreja de mesmo nome, e seu playground ocupa o espaço que foi outrora o cemitério da paróquia.



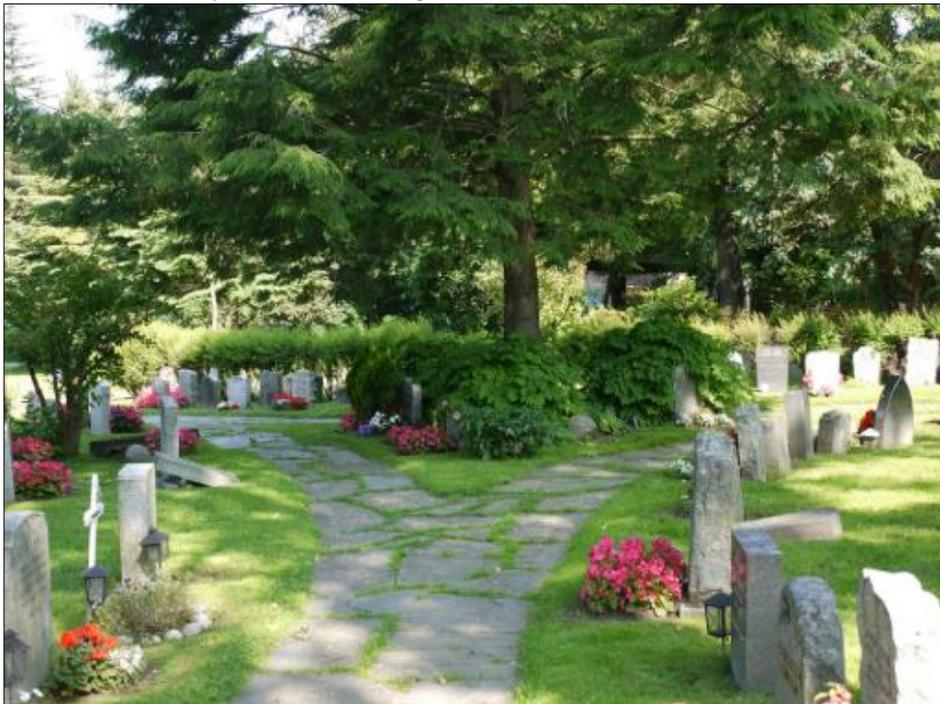
Fonte: Modificado de McMillan in Estrin, 2006

Na data de publicação do artigo, um dos cemitérios da associação estava em processo de conversão para um parque. Outro foi parcialmente convertido em um cemitério para lésbicas. Dois cemitérios foram reutilizados como terreno para moradia de imigrantes e refugiados. O Cemitério de Berlim, de onde foram retiradas algumas lápides, é agora um jardim comunitário com uma pequena horta para refugiados sírios. Na antiga oficina do escultor de lápides, hoje são ministradas aulas de alemão para os mesmos refugiados (ESTRIN, 2016).

4.11.3. Cemitério Gamlebyen, Oslo (Noruega)

Esse histórico cemitério se situa próximo ao centro da capital norueguesa, Oslo, na área onde a cidade foi fundada. É vizinho a uma área residencial, e descrito como um “pulmão verde” em uma área de intenso tráfego (SWANSEN, 2018). A necrópole foi estabelecida no final do século XIII, junto a um monastério Franciscano, que foi fechado durante a reforma protestante. No século XVI foi construído um hospital no local, e o cemitério passou a ser utilizado para sepultamento dos pacientes que faleciam, até a reconstrução do antigo prédio da igreja em 1974 (SWANSEN, 2018). O local até hoje mantém muitas de suas características originais (Figura 11).

Figura 11: Cemitério Gamlebyen, Oslo, Noruega



Fonte: Swansen, 2018

Esse cemitério é hoje um espaço considerado pelos seus visitantes como um “pulmão verde”, muito utilizado como “atalho” pela população, que se sente segura caminhando pelo cemitério em direção ao centro da cidade. Grandes árvores antigas, passeios e áreas verdes abertas tornam o espaço atrativo também para uso em atividades recreativas (SWANSEN, 2018). Tais atividades não interferem com o funcionamento normal do cemitério, pois este ainda hoje se encontra em atividade com sepultamentos regulares.

Podemos dizer que a viabilidade da utilização do Cemitério Gamlebyen para fins recreativos nasceu do reconhecimento do seu valor histórico e paisagístico, dos esforços em prol de sua conservação, da preservação das áreas verdes e de sua integração com a região em que se situa, tornando-se não apenas um lugar para sepultamento dos entes queridos, mas um espaço para reflexão, contemplação, praticidade e diversão, integrando-se de forma orgânica à vida na cidade.

4.11.4. Cemitério Kerepesi, Budapeste (Hungria)

O Cemitério Nacional da Hungria, também conhecido como Cemitério Kerepesi, é o cemitério mais central na cidade de Budapeste. Foi fundado em 1847 e, atualmente, é um dos maiores panteões da Hungria e um dos maiores parques de esculturas na Europa, perfazendo uma área de aproximadamente 56 hectares. O cemitério foi considerado patrimônio nacional em 1956, e em 1970, toda a vegetação do cemitério foi colocada sob proteção, juntamente com alguns dos túmulos e mausoléus mais importantes (BECHTOLD, 2016).

Ao longo de sua existência, o cemitério reduziu de tamanho e teve alguns túmulos removidos, principalmente aqueles considerados sem valor artístico. O conselho da cidade e outras entidades se associaram para transformar o cemitério em um “parque memorial” com três principais objetivos: o sepultamento de cidadãos húngaros notáveis, um espaço funerário onde visitantes podem prestar homenagens aos seus entes queridos e apreciar obras de arte, e por fim, atuar como um espaço verde adequado para recreação (BECHTOLD, 2016).

Hoje, cerca de metade do território está estabelecida como cemitério, enquanto o restante corresponde a esse espaço verde onde os visitantes podem apreciar a natureza. O cemitério tem um número significativo de árvores antigas, que em

conjunto com os gramados nos espaços sem túmulos compõem um belo cenário (Figura 12).

Figura 12: Cemitério Kerepesi, em Budapeste, Hungria.



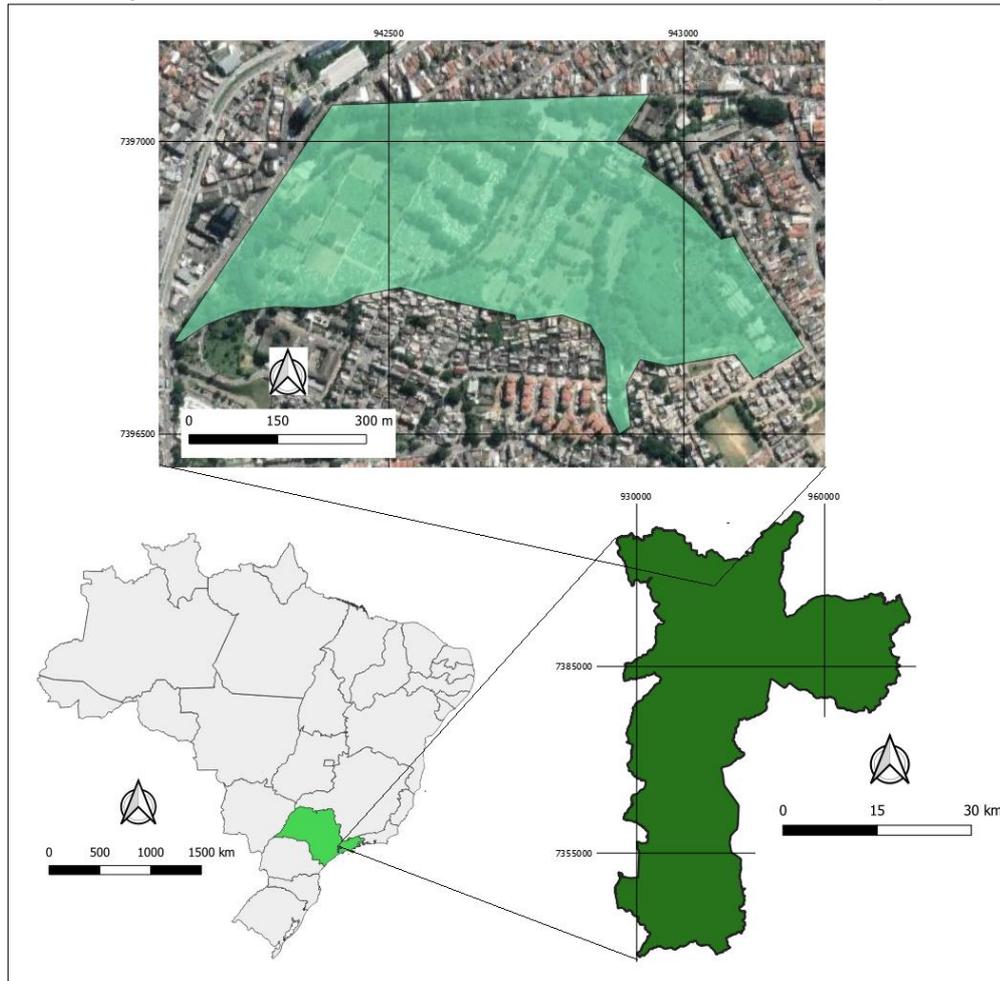
Fonte: Hartyányi, in Fárin, 2017.

A administração do cemitério ainda promove eventos como concertos, tours guiados, caminhadas culturais e apresentações de dança. Segundo Bechtold (2016), ainda ocorrem sepultamentos em algumas partes do cemitério, mas a maior parte do terreno hoje funciona estritamente como um parque público.

4.12. O caso do Cemitério Vila Nova Cachoeirinha – São Paulo, SP

O Cemitério Vila Nova Cachoeirinha se localiza no bairro homônimo, na zona norte da cidade de São Paulo, capital do estado. Apresenta uma área de 360.000 m², sendo o segundo maior cemitério da capital, menor apenas do que o Vila Formosa (Figura 13).

Figura 13: Localização do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, zona norte do município de São Paulo.



Fonte: O Autor.

O engenheiro civil Bolívar Antunes Matos realizou extensa pesquisa da contaminação das águas subterrâneas do cemitério Vila Nova Cachoeirinha para sua tese de doutoramento em hidrogeologia no ano de 2001, sob orientação do Prof. Dr. Alberto Pacheco.

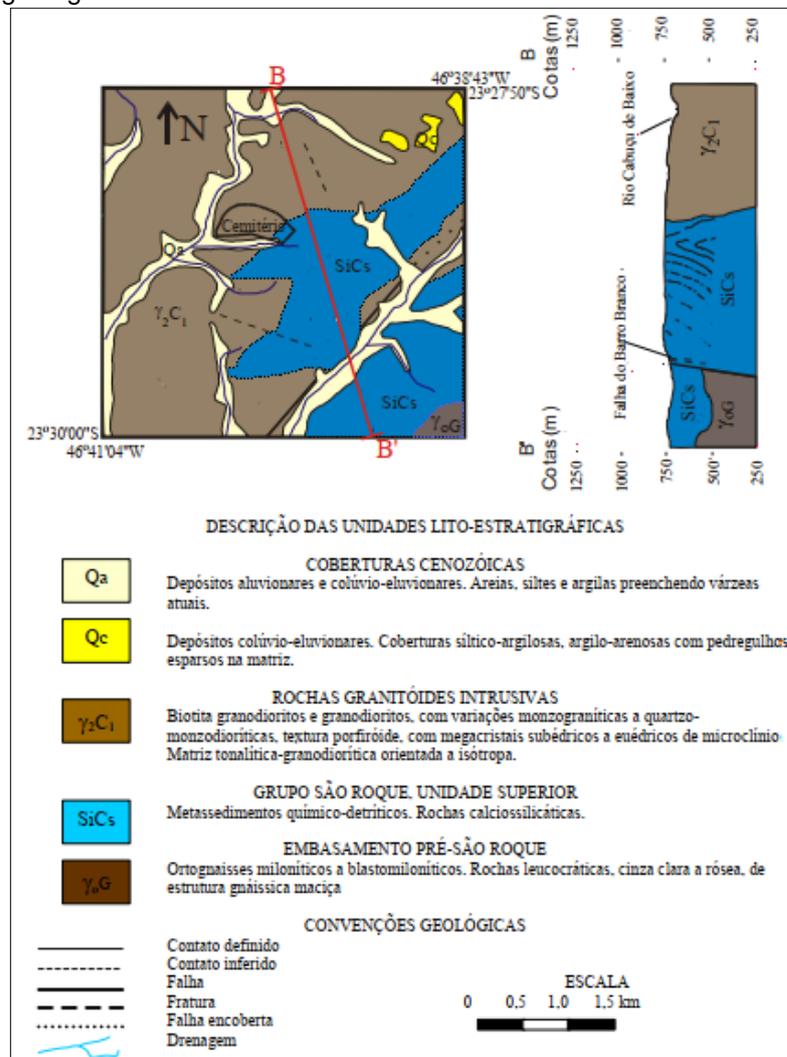
Como a maior parte dos cemitérios públicos, o Vila Nova Cachoeirinha tem covas rasas, algumas com menos de um metro de profundidade e é cercado por moradias populares e favelas (FELICIONI; ANDRADE; BORTOLOZZO, 2007).

Em operação desde dezembro de 1968, o cemitério possui sepulturas que em sua expressiva maioria não são perpétuas, havendo reutilização das covas. Após um período mínimo de três anos para adultos e dois para crianças, os restos mortais são retirados da sepultura e acondicionados em ossários. Alguns dos corpos acabam sofrendo fenômenos conservativos como saponificação, isso levou a administração do cemitério a desistir de realizar sepultamentos em algumas quadras onde o nível freático se encontrava muito próximo da superfície (MATOS, 2001).

4.12.1. Geologia e hidrogeologia

O cemitério Vila Nova Cachoeirinha está localizado sobre o manto de alteração das rochas granitoides intrusivas que formam o Maciço da Cantareira, próximo aos limites da bacia sedimentar de São Paulo (MATOS, 2001). O Maciço da Cantareira compreende um corpo de forma aproximadamente triangular, alongado segundo a direção NE-SW, estendendo-se desde a região norte da capital até o município de Mairiporã. De dimensões batolíticas, o maciço ocupa uma área de aproximadamente 320 Km² (DANTAS, 1990) (Figura 14).

Figura 14: Mapa geológico da área do cemitério Vila Nova Cachoeirinha.



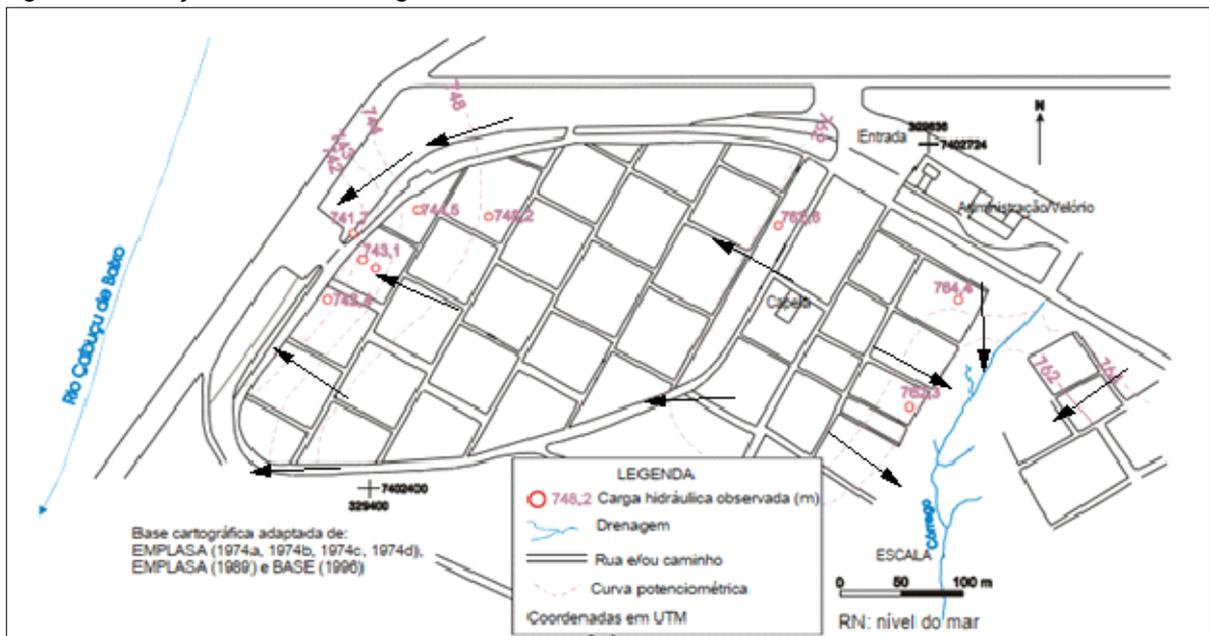
Fonte: Matos, 2001, adaptado de Dantas, 1990

No cemitério, o embasamento está à cerca de 9,0 m de profundidade na cota mais baixa e 20,5m no topo. O nível freático encontra-se entre 4 e mais de 16m de profundidade. O solo do cemitério é formado pelo material de alteração das rochas

graníticas, de carácter predominantemente argiloso (por volta de 43% de argila), pH de 5,0, matéria orgânica entre 0,7 e 4,2% e capacidade de troca catiônica entre 10,2 e 109,0 mmolc/kg. A fração argila é constituída principalmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio (MATOS, 2001).

Matos (2001) elaborou um mapa potenciométrico do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, onde se observa um divisor de águas próximo à capela, junto a uma elevação topográfica. O sentido de fluxo das águas subterrâneas se dá em direção às drenagens, sendo que no canto oeste do cemitério essas águas alimentam o Rio Cabuçu de Baixo, e no canto leste, o córrego que atravessa o cemitério (Figura 15).

Figura 15: Direção de fluxo das águas subterrâneas no cemitério Vila Nova Cachoeirinha.



Fonte: Modificado de Matos, 2001.

Segundo Matos (2001), a condutividade hidráulica do aquífero varia de $2,90 \times 10^{-8}$ a $8,41 \times 10^{-5}$ m/s. Fazendo-se uma extrapolação e considerando-se o meio homogêneo e isotrópico com uma porosidade efetiva de 2%, esse autor estimou a velocidade linear média das águas subterrâneas em 8 cm/dia.

4.12.2. Substâncias e microrganismos encontrados

Pacheco (1991) analisou 11 amostras de água subterrânea do Cemitério Vila Nova Cachoeirinha e detectou a presença de coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais e clostrídios redutores, e concluiu que os corpos sepultados nesse cemitério perfazem um “risco real” para as águas subterrâneas.

Matos (2001) em sua pesquisa de indicadores microbiológicos, demonstrou a presença, principalmente, de bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas e clostrídios sulfito-redutores nas águas subterrâneas do cemitério Vila Nova Cachoeirinha. Também foram encontrados enterovírus e adenovírus, além de coliformes totais e coliformes fecais. Matos (2001) aponta que as principais fontes de contaminação das águas subterrâneas no Cemitério Vila Nova Cachoeirinha são as sepulturas com menos de um ano localizadas nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático, sendo que nestes locais se observa uma maior ocorrência de bactérias em geral.

4.12.3. O cemitério Vila Nova Cachoeirinha como um “Jardim do Tempo”

Dada a relativa escassez de espaços verdes em grandes cidades, é importante gerenciar esses terrenos para garantir aos residentes o acesso a áreas verdes e o desfrute dos muitos benefícios que elas oferecem (QUINTON e DUINKER, 2018). Quando cemitérios são vistos como áreas verdes dentro do espaço urbano, o resultado é um novo significado para essas necrópoles, permitindo que elas sejam incorporadas em outros contextos, tornando-se um espaço de socialização, recreação, reflexão e contemplação. Ou seja, um espaço para usufruto dos vivos.

Nesse contexto, a exposição “Jardins do Tempo” lança luz sobre o fato de que enquanto os vivos cada vez mais se apertam em edificações verticais, extensas áreas no interior do espaço urbano são reservadas somente para os mortos, através do costume do sepultamento e guarda de restos mortais junto ao solo (PAZÉ, 2019). As condições atuais dos cemitérios do Araçá, São Pedro, Vila Formosa e Vila Nova Cachoeirinha, objetos da exposição Jardins do Tempo, exemplificam esse costume.

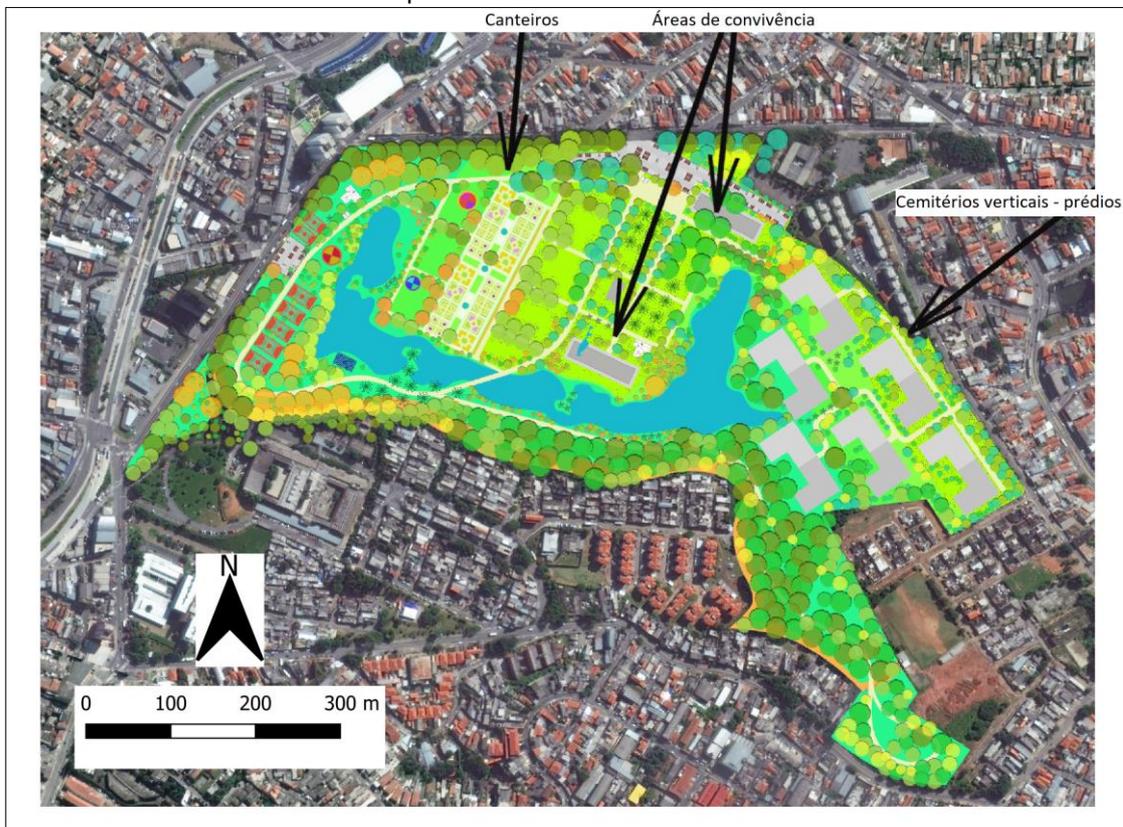
O artista utiliza mais ou menos o mesmo modelo para os quatro cemitérios, guardadas as proporções e características de cada um. Este trabalho direciona seu foco à reconfiguração do cemitério Vila Nova Cachoeirinha especificamente.

Atualmente a população do entorno desse gigantesco espaço verde de 360 mil m² se aglomera em submoradias, prédios e conjuntos habitacionais em condições precárias. Considerando que o bairro possui completa infraestrutura pública instalada, mas carece de áreas verdes e espaços e equipamentos apropriados de estar e lazer, e considerando o impacto dos cemitérios tradicionais sobre o meio ambiente e a saúde pública, faz-se necessário repensar o uso desse extenso terreno que se mantém em meio ao asfalto e o concreto.

4.12.3.1. O projeto de revitalização do cemitério Vila Nova Cachoeirinha

A ideia de Pazé (2019) para o cemitério Vila Nova Cachoeirinha contempla duas áreas distintas no mesmo terreno, sendo uma para a implantação do cemitério vertical e seus jardins, e outra, mais ampla, contendo o parque proposto, sendo que ambas as áreas possuem acessos separados. A porção leste será reservada aos prédios que abrigarão as edificações e jardins do cemitério vertical, enquanto o centro e toda a porção oeste irão se tornar um parque em forma de jardim botânico, com seus jardins, árvores e estrutura para receber a população do entorno (Figura 16).

Figura 16: Planta do modelo de Pazé para o cemitério Vila Nova Cachoeirinha.



Fonte: Adaptado de Pazé, 2019

Pazé (2019) propõe a construção de edifícios destinados ao sepultamento vertical, nos quais há condições de tratamento dos agentes poluidores, diminuindo o impacto ambiental do cemitério sem deixar de cumprir sua função inicial. Segundo a sua visão, o sepultamento restrito a essas edificações deverá diminuir a área necessária para alojar os corpos, colocando-os em pavimentos ou andares e liberando significativa porção do terreno para instalação do parque (Figura 17 e Figura 18).

Figura 17: Vista aérea do modelo de quadras destinadas ao sepultamento vertical.



Fonte: Pazé, 2019.

Figura 18: Detalhe dos prédios que abrigarão as sepulturas do cemitério vertical



Fonte: Pazé, 2019.

Tais prédios seriam construídos como “edifícios verdes”, cobertos por placas fotovoltaicas para captação de energia solar, buscando também uma economia financeira e autonomia energética. Segundo Albertin et al. (1990), os impactos ambientais de um cemitério vertical são semelhantes aos da implantação de um edifício comum.

Foi também projetado um grande lago artificial para servir ao paisagismo, possibilitar a criação de aves aquáticas nativas e desempenhar a função de reservatórios para captação de água, com uma estação de tratamento de água e um sistema de redistribuição de água potável para o entorno em caso de déficit de abastecimento (Figura 19).

Figura 19: Lago projetado para a área do parque.



Fonte: Pazé, 2019.

O parque conteria espaços e equipamentos de lazer, e seria estruturado como um jardim botânico, propiciando ao público o contato com uma rica variedade de espécies vegetais. A pretensão do idealizador é comportar no jardim grandes bancos de espécies alimentícias e medicinais. O projeto também contempla um viveiro de plantas, uma estufa, um viveiro de aves, um parque infantil, quadras poliesportivas, passeios para circulação de pedestres e bicicletas, loja de plantas, áreas de convivência e um espaço destinado à educação ambiental (PAZÉ, 2019).

4.12.3.2. Mecanismos de remediação ambiental na execução do projeto

De acordo com as diretrizes do gerenciamento de áreas contaminadas da DD nº 38 (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017), caso constatado risco à saúde humana para um cenário observado ou mesmo futuro, faz-se necessária a elaboração de um plano de intervenção, envolvendo ações específicas para que tal risco permaneça em níveis aceitáveis.

O projeto concebido por Pazé (2019) não propõe explicitamente a adoção de técnicas de remediação, não visa responder a uma demanda oficial para uma reabilitação da área, nem visa a remediação da contaminação em si. Tem, no entanto, uma intenção clara de mudar o uso do solo, que passará a abrigar um cemitério vertical e um parque público.

Para realizar essa visão, o projeto requer impactantes ações de paisagismo e de modificação do relevo (terraplenagem). Essas ações impactarão diretamente nas concentrações de contaminantes existentes, conforme se verá a seguir.

Na questão paisagística, serão mantidos os indivíduos arbóreos já existentes com a adição de mudas de diversas espécies (PAZÉ, 2019).

Na terraplenagem serão realizados cortes de terra para implantação dos taludes e dos lagos. O solo excedente dos cortes, bem como o solo adjacente às sepulturas, precisará de um destino adequado e não poderá ser reutilizado. Obras de aterro deverão utilizar solos livres de contaminação e oriundos de jazidas licenciadas. Isso resultaria na remoção de grande parte dos contaminantes presentes no solo.

Apesar de não haver menção aos corpos enterrados, pode-se inferir que serão realocados no cemitério vertical.

Essa etapa esbarra em uma questão cultural e sentimental importante para as famílias com queridos sepultados no Vila Nova Cachoeirinha. Seria necessário realizar um trabalho de comunicação sensível e atencioso junto a essas famílias, de preferência em conjunto com entidades religiosas, e garantir que seus entes queridos tenham um lugar adequado para seu descanso eterno. Também deve-se tomar todo o cuidado com os trabalhadores na etapa de remoção de corpos e de solo devido ao risco de contaminação.

Segundo Pacheco (2000), os cemitérios municipais de São Paulo em geral já promovem a exumação periódica dos corpos para reutilização das sepulturas. Mas alguns desses corpos se encontram saponificados, o que prejudica esse reuso. No caso de uma remoção completa das sepulturas os corpos saponificados também seriam removidos.

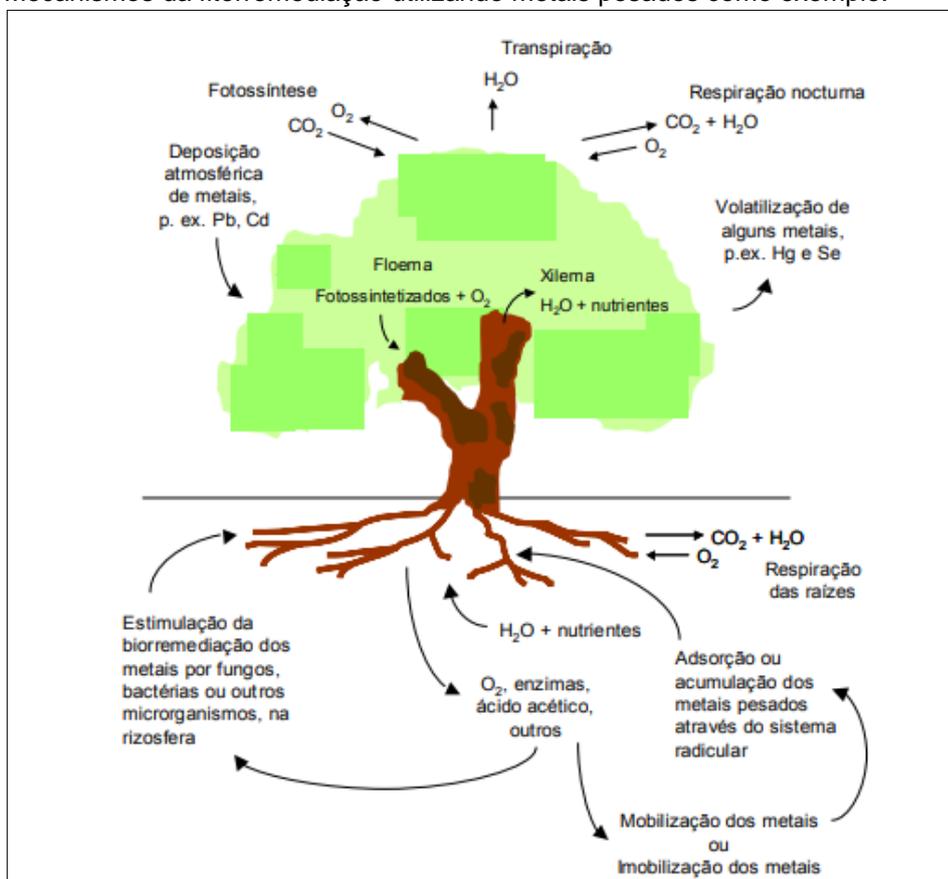
A realocação dos corpos é talvez a mais importante das ações a serem tomadas, pois com ela remove-se do solo a fonte primária de contaminação. Assim é cessada por completo a produção e infiltração de necrochorume para o solo e água subterrânea.

Entendemos que o resultado desses trabalhos, necessários para a reconfiguração do cemitério, deverá se traduzir em uma diminuição na concentração dos contaminantes no meio através da ação dos mecanismos de **fitorremediação**, **remoção** e **atenuação natural**. Esses são os principais efeitos esperados das ações de paisagismo e terraplanagem a serem tomadas, que, grosso modo, podem ser lidos como técnicas de remediação.

a) Fitorremediação

A fitorremediação é uma técnica baseada no uso de plantas como agente remediador. De acordo com Anselmo e Jones (2005), a fitorremediação é regida pelos processos de fitoextração (absorção do contaminante para os tecidos ou folhas), fitoestabilização (limitação da mobilidade e biodisponibilidade do contaminante), fitovolatilização (extração da substância e sua liberação para o ar) e rizofiltração (absorção com subsequente concentração ou precipitação dos contaminantes de um meio aquoso) (Figura 20).

Figura 20: Mecanismos da fitorremediação utilizando metais pesados como exemplo.



Fonte: Anselmo; Jones, 2005

As plantas, através de suas raízes e sua capacidade de absorção, podem retirar contaminantes do solo e da água subterrânea. Após extrair os contaminantes, as plantas os armazenam em seus tecidos, permitindo um tratamento subsequente, ou os metabolizam, podendo, em alguns casos, transformá-los em produtos menos tóxicos ou até mesmo inócuos (ANSELMO; JONES, 2005). No caso de contaminantes orgânicos como o nitrato, a planta pode absorvê-lo e utilizá-lo como nutriente.

Eucaliptos adultos, por exemplo, podem aprofundar suas raízes em mais de 2m sob o nível freático e absorver uma quantidade considerável de íon nitrato dissolvido. A técnica também pode ser utilizada também para outros grupos de contaminantes, como metais (LUIZ et al., 2016).

A movimentação dos contaminantes presentes também é fisicamente comprometida pela adoção da técnica. A Organização Mundial da Saúde, no estudo denominado “The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health” (1998), afirma que o plantio de árvores e plantas ao redor de cemitérios ajuda a diminuir o movimento de bactérias e vírus para fora do local, pois um sistema de raízes extensivo pode reduzir populações de microrganismos absorvendo a solução aquosa e isolando alguns microrganismos nocivos do solo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998). Ademais, a vegetação promove uma diminuição no fluxo de água subterrânea por sua absorção natural (DENT, 2002), o que também ajuda a restringir a movimentação dos contaminantes.

Em locais onde as águas subterrâneas coincidem com a zona de enraizamento da espécie vegetal presente, há o consumo dessas águas pelo sistema de raízes e subsequente evapotranspiração, diminuindo assim o nível freático local (SCOTT; LE MAITRE, 1998). Dessa forma, também é possível utilizar espécies arbóreas para aumentar a profundidade limite de atuação da decomposição do necrochorume na zona não saturada.

b) Remoção

Trata-se literalmente da remoção e destinação do solo contaminado, substituindo-se este por solo comprovadamente livre de contaminação. Porém, neste caso deverão ser removidas também as sepulturas e corpos enterrados.

A maior barreira para a adoção dessa técnica é que ela pode ser entendida como uma mera transferência do problema de um lugar para outro. Por isso, pode ser necessário um tratamento *ex situ* (ou fora do sítio) do solo contaminado antes de sua destinação. Deverá ser dada especial atenção aos procedimentos de segurança para essa remoção a fim de evitar a contaminação dos trabalhadores.

Ademais, a remoção neste caso envolve questões bem particulares, pois a remoção de sepulturas esbarra em aspectos culturais e sentimentais sensíveis. Os responsáveis deverão promover também a realocação desses corpos.

c) Atenuação natural

Cessada a produção de necrochorume, a própria natureza e seus processos se encarregam em reduzir a toxicidade, mobilidade, volume, massa ou concentração dos contaminantes, sem intervenção humana (PEREIRA; MILLIOLI, 2008). A isso se dá o nome de ATENUAÇÃO NATURAL.

A atenuação natural como técnica de remediação é conhecida como **atenuação natural monitorada** e pressupõe o desenvolvimento e adoção de um plano de monitoramento para acompanhamento de sua efetividade, com coleta direcionada de amostras e análises para os parâmetros de interesse em periodicidades e profundidades pré-determinadas. No entanto, Pazé (2019) não entra nesse mérito em seu projeto, tampouco cita explicitamente a adoção da técnica. Por isso neste contexto a denominamos simplesmente “atenuação natural”.

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA; 2012), os mecanismos naturais que atuam para a redução da concentração de contaminantes no meio são a biodegradação (quando microrganismos “se alimentam” de contaminantes e os degradam em substâncias inócuas), a sorção (retenção de contaminantes em partículas de solo, diminuindo sua mobilidade no meio), a diluição (diminuição da concentração dos contaminantes à medida que estes vão se movimentando e misturando com o meio não contaminado), a evaporação (volatilização de alguns contaminantes que vão para a atmosfera em forma de gás, diminuindo as concentrações em solo e água subterrânea) e as reações químicas do contaminante com o meio (resultando em substâncias menos nocivas).

Esses mecanismos são importantes na diminuição da concentração dos contaminantes em cemitérios. Por exemplo: vírus tendem a ser adsorvidos em partículas de argila (sorção), contaminantes voláteis e gases putrefativos sobem para a atmosfera (evaporação), a contaminação pode se dispersar e diminuir de concentração (diluição), e podem ocorrer reações de polimerização do necrochorume caso este não venha a atingir o aquífero freático.

Um exemplo de necrópole recuperada por atenuação natural foi descrito por Massas, Kefalogianni e Chatzipavlidis (2018) em um cemitério abandonado na localidade de Nikaia, Grécia, caso já abordado neste trabalho. É possível entender que o *site* em questão passou por um processo de atenuação natural como resultado do abandono do cemitério, ainda que isso não tenha sido feito de forma planejada e sistemática.

A atenuação natural é um processo lento, e funciona melhor quando a fonte de contaminação é removida (US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2012) – daí a importância da remoção das sepulturas, cadáveres e solo adjacente contaminado no cemitério Vila Nova Cachoeirinha.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Implicações do projeto sobre a contaminação

Conforme já exposto, o projeto de Pazé (2019) não veio responder a uma demanda oficial pela reabilitação de uma área contaminada, tampouco tem a pretensão de ser um plano de intervenção nos termos do Gerenciamento de Áreas Contaminadas. No entanto, as obras necessárias para se implantar o projeto perfazem, grosso modo, intervenções cujos mecanismos de remediação ambiental se baseiam em fitorremediação, remoção e atenuação natural.

Espera-se que a Fitorremediação atue no sentido de diminuir a mobilidade dos contaminantes presentes em solo e água subterrânea, mantendo-os restritos à área do cemitério, na medida do possível. Também se espera que auxilie na drenagem do terreno e na degradação dos contaminantes presentes, reduzindo sua toxicidade e sua concentração no meio.

O resultado esperado para a Remoção é a diminuição da concentração dos contaminantes no meio ao longo do tempo devido ao fim do aporte de contaminantes, removendo-se as fontes primária e secundária da contaminação e inibindo a geração e percolação de necrochorume no solo.

Espera-se que a atenuação natural aja para diminuir ainda mais a concentração e a toxicidade dos compostos presentes em solo e água subterrânea.

Portanto, entendemos que a implantação do projeto terá como consequência uma diminuição nas concentrações dos contaminantes presentes.

5.2. O projeto como Plano de Intervenção no contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas

Observa-se que os trabalhos de Pacheco (1991) e de Matos (2001), nos quais foi apontada contaminação no cemitério Vila Nova Cachoeirinha, não correspondem oficialmente à etapa de diagnóstico do Gerenciamento de Áreas Contaminadas conforme estabelecem a Resolução CONAMA nº 420 (BRASIL, 2009) e na Decisão de Diretoria nº 38 (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2017).

Seus trabalhos podem ser extrapolados como investigações confirmatórias no que diz respeito à contaminação microbiológica, porém, não têm em seu escopo de análises os demais contaminantes passíveis de serem encontrados em cemitérios, tampouco estabelecem e investigam todas as possíveis áreas potenciais e suspeitas de contaminação.

Dito isso, entende-se que num contexto de Gerenciamento de Áreas contaminadas, os trabalhos devem reiniciar desde a etapa de diagnóstico, executando a Avaliação Preliminar e a Investigação Confirmatória conforme as normas e procedimentos vigentes, considerando tanto a contaminação por microrganismos como por compostos químicos. O meio físico e a hidrogeologia local também devem ser detalhadamente caracterizados.

Conforme exemplos já discutidos, nessa retomada dos trabalhos se esperaria encontrar bactérias causadoras de doenças como tétano, gangrena gasosa, febre tifoide, febre parasitoide, disenteria, além de coliformes fecais, coliformes totais e bactérias envolvidas na decomposição dos corpos; além de vírus como os da hepatite, substâncias orgânicas como metanol, formaldeído e amônia, metais e resíduos de tratamentos hospitalares e medicamentos.

Para a etapa de Avaliação de Risco, se houver, deverão ser considerados na análise o risco biológico, toxicológico, carcinogênico e ecológico. Consta,

Deve ser realizado um levantamento dos poços de captação de água subterrânea na região, especialmente considerando se tratar de um local de ocupações precárias.

Caso constatado risco, a proposta de Pazé se apresenta como um plano de intervenção baseado principalmente na mudança no uso do solo, já que parte do terreno deverá se tornar um jardim botânico e parte uma quadra de cemitérios verticais.

Uma Intervenção baseada nas ideias de Pazé (2019) poderá conter, além do projeto em si e suas justificativas para implantação, um detalhamento das técnicas de remoção (com o detalhamento do volume de solo contaminado, locais a serem escavados, número de sepulturas a serem removidas, local de destino e tipo de tratamento *ex situ*), atenuação natural monitorada (com um projeto específico de implantação de uma rede de poços de monitoramento e o estabelecimento de um cronograma de coleta de amostras) e fitorremediação (detalhando os princípios da técnica, as espécies arbóreas a serem utilizadas e os efeitos esperados). Esta última poderia ser apresentada inclusive como um projeto piloto com um modelo real, aberto para acadêmicos de instituições públicas e privadas para que possam realizar pesquisas na área.

Ademais, faz-se necessário o planejamento de uma zona de transição entre as áreas contaminadas identificadas e os locais de acesso público. Isso poderia ser realizado concomitantemente ao plantio de mudas para a fitorremediação, de forma a isolar essas áreas através de uma barreira vegetal e restringir o acesso do público.

Constatado o alcance dos objetivos da intervenção, a área passa a ser monitorada para verificar se essa condição se mantém após um certo tempo, que deve variar conforme os critérios do órgão ambiental para o caso. Isso caracteriza a fase de Monitoramento para Encerramento. A estratégia e os cronogramas de monitoramento a serem seguidos nessa etapa devem ser elaborados previamente.

Caso os níveis de contaminação se mantenham aceitáveis ao longo do período de monitoramento (levando em conta a Análise de Risco), a área deverá ser considerada “Reabilitada para o uso proposto”.

Os dados do projeto devem ser de fácil acesso ao público em todas as fases. Envolver as partes interessadas é de suma importância ao longo do processo. Tanto o poder público como a população do entorno, a administração do cemitério, associações de moradores, familiares e amigos das pessoas sepultadas, possíveis financiadores, universidades e outros *stakeholders* devem ser ouvidos, possibilitando seu envolvimento, participação ativa e engajamento do início ao fim.

6. CONCLUSÕES

Ao mesmo tempo em que há um crescente adensamento populacional e uma demanda cada vez maior de espaço nos centros urbanos, persistem nesses centros extensos terrenos destinados exclusivamente para a acomodação e disposição de cadáveres. Os cemitérios geralmente apresentam alguma cobertura vegetal e se encontram relativamente isolados de todo o asfalto e concreto que os circundam. Repensar o uso e a integração desses espaços no contexto urbano, considerando a carência deste tipo de espaço nas cidades, permite que os vivos também possam desfrutar deles.

Além da problemática urbanística percebem-se potenciais prejuízos ao meio ambiente. Os cadáveres sepultados nessas necrópoles passam por processos de decomposição que resultam na produção de gases nocivos e de um líquido denominado necrochorume. Esse líquido contém substâncias orgânicas, inorgânicas e microrganismos, podendo alguns deles serem causadores de doenças como cólera, disenteria, hepatite, entre outras. Quando percolado ou lixiviado através do solo pode alcançar o aquífero freático e promover sua contaminação.

O projeto de ressignificação do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, de autoria do artista plástico Pazé e apresentado na forma da exposição artística “Jardins do Tempo” reinsere o cemitério no contexto urbano do bairro de forma a suprir uma demanda por áreas verdes e adequadas para recreação e convívio social. Quando cemitérios são vistos como áreas verdes dentro do espaço urbano, tornam-se um espaço de preservação da natureza, de socialização, recreação, reflexão e contemplação. As consequências mais óbvias dessa mudança são a melhoria na qualidade de vida da população e a valorização de toda uma região abastecida por essas áreas. Além disso, sua nova proposta de uso do solo também deverá resultar na mitigação dos problemas ambientais identificados.

No entanto, para que o empreendimento atinja seus objetivos, é imprescindível que todo o processo ocorra dentro das diretrizes gerais do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, conforme as normas e práticas vigentes. Embora o plano não preveja explicitamente a adoção de técnicas de remediação, observamos que ele contempla medidas que possivelmente resultarão na diminuição da concentração de contaminantes, pois a remoção de solo e sepulturas e o plantio e cultivo de diversas espécies vegetais podem equivaler, em termos de remediação ambiental, à aplicação

de uma combinação das técnicas de fitorremediação, atenuação natural e remoção da fonte e do solo contaminado adjacente. É possível que a combinação dessas três técnicas seja suficiente para reduzir a contaminação no cemitério Vila Nova Cachoeirinha. Neste caso, a sua efetividade precisaria ser aferida através da adoção de uma rotina de monitoramento pré-estabelecida, com amostragens em pontos estratégicos e análises químicas periódicas. Também se deve restringir o acesso do público às áreas identificadas como contaminadas.

Ressalta-se que a comunicação com os envolvidos também é fundamental e deve ser realizada de forma a promover o engajamento e a participação ativa das partes interessadas do início ao fim.

Portanto, entendemos que o projeto de ressignificação do cemitério Vila Nova Cachoeirinha pode se tratar de uma alternativa bastante viável para abordar as principais problemáticas do cemitério tanto no âmbito urbanístico como no âmbito ambiental, sem deixar de suprir a demanda por locais de sepultamento no meio urbano.

REFERÊNCIAS⁶

ALBERTIN, R. M.; MONDINI, J. M.; PORTO, V. O. P.; ANGEOLETTO, F.; SILVA, F. F.; DE ANGELIS, B. L. D. **Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical**: nota técnica. Boa Vista, RR, 1990: Revista Agro@mbiente On-line, v.6, nº 3, pp. 112-118

ANJOS, R. M. Cemitérios: uma ameaça à saúde humana? **Portal CREA-SC**. Florianópolis, 18 out. 2013. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=2635#.Xk_pm7IKiJA>; acesso em: 21 fev. 2020.

ANSELMO, A. L. F., JONES, C. M. Fitorremediação de Solos Contaminados – O Estado da Arte. In: XXV ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO. 10., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABEPRO, 2005

BARI, O. Topio7's revitalisation of former cemetery merges urban park and city in Athens. **Archdaily**. Toronto, 22 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/869514/topio7-s-revitalisation-of-former-cemetery-merges-urban-park-and-city-in-athens>>; acesso em: 11 ago. 2020.

⁶ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023)

BACIGALUPO, R. **Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual, 2010.

BECHTOLD, Á. **The Hungarian National Graveyard (Budapest) as a public park**. Gödöllő: Szent István University Department of Garden Art and Garden Techniques, 2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 335. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mai. 2003. Seção 1, pp. 98-99.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 368. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2006. Seção 1, pp. 149-150.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 402. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 nov. 2008. Seção 1, p. 66

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, pp. 81-84.

CARNEIRO, V. S. Impactos Causados por Necrochorume de Cemitérios: Meio Ambiente e Saúde Pública. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Anais...** Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Natal, 2008.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica L1.040: Implantação de cemitérios**. São Paulo: CETESB, 1999.

_____. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: CETESB, 2013a.

_____. **Decisão de Diretoria nº 038/2017/C**. São Paulo: CETESB, 2017

COSTA, M. **Jardins do Tempo**. 23 ago. 2019. Disponível em: <<https://magnoliacosta.art/blog/2019/8/23/jardins-do-tempo>>; acesso em: 21 fev. 2020.

DENT, B. B. **The hydrogeological context of cemetery operations and planning in Australia**. Sydney: The University of Technology, 2002.

_____; KNIGHT, M. J. **Cemeteries: a special kind of landfill. The context of their sustainable management.** Sydney: National Centre for Groundwater Management, University of Technology, 2007.

DANTAS, A. S. L. **Geologia da Faixa São Roque e Intrusivas Associadas na Região entre São Paulo e Mairiporã, Norte de São Paulo – SP.** Dissertação de mestrado. São Paulo, 1990.

ESTRIN, D. **Berlin's graveyards are being converted for use by the living.** PRI. 08 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.pri.org/stories/2016-08-08/berlins-graveyards-are-being-converted-use-living>>; acesso em: 26 jan. 2020.

FÁRI, K. Take a Free Tour of Budapest's Fascinating Kerepesi Cemetery. We Love Budapest. 31 out. 2017. Disponível em <<https://welovebudapest.com/en/2017/10/31/take-a-free-tour-of-budapests-fascinating-kerepesi-cemetery/>>; acesso em: 06 fev. 2020

FELICIONI, F., ANDRADE, F. F. A., BORTOLOZZO, N. **A Ameaça dos Mortos: Cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas.** Jundiaí: Maxprint, 2007

FRANÇA, G. V. **Medicina legal.** 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017

GAMA GASES. **Propriedades dos gases: Fosfina.** Disponível em: <<http://www.gamagases.com.br/propriedades-dos-gases-fosfina.html>>; acesso em: 23 jan. 2020

HARNIK, P., MEROLLI, A. **Cemeteries alive: graveyards are resurging as green spaces for the public.** Landscape Architecture Magazine. Dez. 2010.

HART, A., CASPER, S. **Potential groundwater pollutants from cemeteries.** Environmental Agency UK. Bristol, 2004

HISTORIC OAKLAND FOUNDATION. **Sunday in the Park.** Disponível em: <<https://oaklandcemetery.com/event/sunday-in-the-park-2019/>>; acesso em: 02 nov. 2019

HISTORIC OAKLAND FOUNDATION. **Oakland Alive: Oakland Cemetery master plan.** 2008. Disponível em: <<https://oaklandcemetery.com/preservation-and-restoration/#masterplan>>; acesso em: 01 mar. 2020.

HUNT, D. Smithsonian Snapshot: Soapman. Smithsonian Institute. 04 jan. 2011. Disponível em: <<https://www.si.edu/newsdesk/snapshot/soapman>>; acesso em: 03 jul. 2020

JORNAL DA CIDADE. **No interior, dos mais de 500 cemitérios, apenas 4 possuem licença ambiental.** Sergipe, 28 out. 2019. Disponível em: <<http://jornaldacidade.net/municipios/2019/10/312962/no-interior-dos-mais-de-500-cemiterios-apenas-4-possuem-li.html?nch=IHgiygwL>>; acesso em: 28 jan. 2020

KEMERICH, P. D. C., BIANCHINI, D. C., FANK, J. C., BORBA, W. F., WEBER, D. P., UCKER, F. E. **A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil.** Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Santa Maria, 2014

LUIZ, M. B., HIRATA, R., TERADA, R., SARAIVA, F., TASSE, N. Fitorremediação de aquíferos contaminados por nitrato. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2016, Campinas. **Anais...** Campinas, 2016

MACEDO, J. A. B. Depoimento sobre substâncias encontradas no necrochorume. Concedido a Felicioni, F. **A Ameaça dos Mortos:** set. 2007

MASSAS, I.; KEFALOGIANNI, I.; CHATZIPAVLIDIS, I; Is the ground of an old cemetery suitable for the establishment of an urban park? A critical assessment based on soil and microbiological data. **Journal of Soils and Sediments**, v. 18, n. 1, pp. 94–108, 2018.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo.** 2001. 172 f. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2001.

_____.; PACHECO, A. Ocorrência de microrganismos no aquífero freático do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, São Paulo. In: Joint World Congress on Groundwater. **Anais...** Fortaleza, 2000.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos:** estudo do Cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo. 1994. 77 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PACHECO, A. **Cemitério e Meio Ambiente.** Tema de livre docência. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. São Paulo, 2000.

_____. **Meio Ambiente & Cemitérios.** São Paulo: Senac, 2012.

_____.; MENDES, J.M.B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A. A. 1991. Cemeteries: a potential risk to groundwater. **Water Science and Technology**, v. 24, n. 11, pp. 97-104, 1991.

PAGOTTO, F. **Cemitério de SP tem 'lixão' com caixões e ossos ao ar livre.** Folha de São Paulo, São Paulo. 30 out. 2017. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/08/1914359-cemiterio-de-sp-tem-lixao-com-caixoes-e-ossos-ao-ar-livre.shtml>>; acesso em: 27 fev. 2020.

PAÍGA, P.; DELERUE-MATOS, C. Determination of pharmaceuticals in groundwater collected in five cemeteries' areas (Portugal). **Science of the Total Environment**. V. 569–570, pp. 16–22. 2016

PAZÉ. **Jardins do Tempo**. 2019, exposição de arte.

_____. **Texto explicativo e vídeo da exposição Jardins do Tempo** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <lf.lucasfalcao@gmail.com> em 15 nov. 2019.

PEREIRA, D. S.; MILLIOLI, V. S. Atenuação natural monitorada de solo contaminado com óleo cru: avaliação da toxicidade e degradação do óleo cru. In: XVI Jornada de Iniciação Científica CETEM. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.

QUANDT, J. **Depoimento sobre previsão do uso de terras para sepultamentos**. Depoimento concedido a ESTRIN, D. 2016. Disponível em: <<https://www.pri.org/stories/2016-08-08/berlins-graveyards-are-being-converted-use-living>>; acesso em: 26 jan. 2020.

QUINTON, J.; DUINKER, P. **Beyond burial**: Researching and managing cemeteries as urban green spaces, with examples from Canada. *Environmental Reviews*. Canadá, Halifax. 2018.

RODRIGUES, L.; PACHECO, A. Groundwater Contamination From Cemeteries – Cases of Study. In: *Environmental 2010: Situation and Perspective for the European Union*. **Anais...** Porto, 2003.

SCOTT, D. F.; LE MAITRE, D. C. **The Interaction Between Vegetation and Groundwater**: Research Priorities for South Africa. Mai. 1998. Disponível em: <<http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/730-1-98.pdf>>; acesso em: 03 ago. 2020.

SILVA, C. P. da. **Rise in peace**: proposta de verticalização do cemitério São Cristóvão e sua integração a um parque urbano. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

SILVA, L. M. **Depoimento sobre situação da regularização de cemitérios**. *Gazeta do Povo*: 01 nov. 2008. Depoimento concedido a Silva, M. G. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/3-a-cada-4-cemiterios-sao-irregulares-b98fiy0glir4r4r40ejb4xaha/>>; acesso em: 28 jan. 2020.

SILVA, M. G. 3 a cada 4 cemitérios são irregulares. *Gazeta do Povo*, Ponta Grossa. 01 nov. 2008. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/3-a-cada-4-cemiterios-sao-irregulares-b98fiy0glir4r4r40ejb4xaha/>>; acesso em: 28 jan. 2020.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios: Fontes potenciais de contaminação. **Revista Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, vol.24, p.24-29, 2009.

SILVA, V. T., CRISPIM, J.Q. GOCH, P., KUERTEN, S., MORAES, A. C. S., OLIVEIRA, M. A., SOUZA, I., ROCHA, J. A. Um Olhar Sobre as Necrópoles e seus Impactos Ambientais. III Encontro da ANPPAS. **Anais...** Brasília, 2006.

SPONGBERG, A. L.; BECKS, P. M. Inorganic soil contamination from cemetery leachate. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 117, pp. 313–327, 1999.

SWANSEN, G. **Between romantic historic landscapes, rational management models and obliterations**: urban cemeteries as green memory sites. Norwegian Institute for Cultural Heritage Research. Norway, 2018.

TANG, J. **Cemeteries are a matter of land use – and also a matter of justice**. 11 dez. 2018. Greater Greater Washington. Disponível em: <<https://gwwash.org/view/70141/why-urbanists-should-care-about-cemeteries-part-1>>; acesso em: 06 nov. 2019.

_____. **Cemeteries use a lot of space and are terrible for the environment**. Is there a better way? 9 jan. 2019. Greater Greater Washington. Disponível em: <<https://gwwash.org/view/70300/burial-culture-and-the-issues-with-using-so-much-space-for-cemeteries>>; acesso em: 06 nov. 2019.

TRIPADVISOR. **Atlanta**: Melhores Atrações. Disponível em: <https://www.tripadvisor.com.br/Attractions-g60898-Activities-Atlanta_Georgia.html>; acesso em: 02 nov. 2019.

UK ENVIRONMENTAL AGENCY. **Cemeteries and burials: groundwater risk assessment**. 14 mar. 2017. Disponível em: <<https://www.gov.uk/guidance/cemeteries-and-burials-groundwater-risk-assessments#attenuation-reduce-the-effect-of-pollutants-from-burial-sites>>; acesso em: 09 jul. /2020.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **A citizen's guide to monitored natural attenuation**. Setembro, 2012. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/a_citizens_guide_to_monitored_natural_attenuation.pdf>; acesso em: 03 mar. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health**: An introductory briefing. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 1998.

ANEXOS

ANEXO A – Nota explicativa de Pazé (2019) sobre a exposição “Jardins do Tempo” e o cemitério Vila Nova Cachoeirinha (*ipsis litteris*)

Utopia

Utopia é viver juntos
numa cidade azul-cinza de 20 milhões e mais
com liberdade para a ir e vir

Os rios correm sob o concreto
e deságuam invertidos
neste clima talvez subtropical
e ameno

O asfalto coberto de pétalas amarelas
que a brisa leva junto aos motores que passam
num fim de primavera
as sibipirunas

Não muito longe
imaginar que um dia possam existir pomares
com frutas que não avistamos mais
e alcançar com as mãos

Por perto doces animais selvagens alados a nadar
aqueles que um dia emprestaram suas asas para voar
então seria o éden
o sonho dos arazás azuis

Justificativa

Os vivos estão acomodados cada vez mais em residências e áreas de trabalho diminutas contidas em edificações verticais, que formam uma imensa massa mineral e de vidro, concreto e asfalto, cheia de vida.

A cidade esta inserida num país que possui mais de 55.000 espécies vegetais, quase 20% de toda a flora do planeta, e apartada cotidianamente deste mundo.

O clima é sub-tropical e ameno, e a cidade possui poucos espaços públicos verdes, livres e abertos.

Por outro lado extensas áreas no interior da cidade são reservadas ao costume dos sepultamentos e guarda de restos mortais junto ao solo.

Esta prática acarreta contínua poluição ambiental atingindo tanto o solo como o lençol freático, como demonstra PACHECO, sobre o risco potencial e a contaminação biológica das águas. Assim como o estudo de MATOS em amostras de água do aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha que apresentaram bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, enterovírus e adenovírus, além de acréscimo de sais minerais. Foi constatado aumento na condutividade elétrica destas águas, bem como

um grande consumo de oxigênio, aumento indesejável de íons maiores como bicarbonatos, cloreto, sódio e cálcio e metais de ferro, alumínio, chumbo e zinco. Também MIGLIORINI, constatou nas águas do Cemitério da Vila Formosa concentração excessiva de produtos nitrogenados (nitrato, nitrito, amônia) e metais como manganês, cromo, ferro, prata e alumínio em níveis acima dos valores máximos permissíveis em águas utilizadas para consumo humano, enfatizando os riscos a saúde pública representados pela contaminação química das águas subterrâneas das áreas de cemitérios.

A alteração deste costume, para a prática do sepultamento em edificações apropriadas para receber os restos mortais, com condição de tratamento dos agentes poluidores, tecnologia já disponível em outras cidades, liberaria parte significativa destas áreas para instalação de parques e jardins.

O plano proposto que engloba os quatro projetos, somam um milhão de metros quadrados a serem transformados em áreas públicas verdes de convívio para a população da cidade de São Paulo.

O plano traz em cada projeto condições semelhantes de implantação com edifícios, construções e jardins organizados em módulos que se repetem e se reorganizam em função das dimensões e qualidades de cada uma das quatro áreas escolhidas.

Cada projeto conteria duas áreas distintas no mesmo terreno: uma área para a implantação do cemitério vertical e seus jardins, e outra área mais ampla contendo o parque proposto. Ambas com acessos separados.

Os cemitérios verticais acomodariam os sepultamentos em pavimentos ou andares, diminuindo a área necessária para alojá-los.

As áreas previstas para os parques seriam centralizadas na idéia do jardim botânico. Contendo também espaços e equipamentos de convívio e lazer.

A estruturação em jardins botânicos propiciariam a população ter contato com uma variedade maior e mais rica de espécies vegetais que as presentes em parques comuns.

A predominância das novas espécies a serem implantadas seriam de plantas nativas utilizadas na alimentação e na farmacopéia brasileiras anteriores a chegada dos europeus. As áreas comportariam grandes bancos de espécies alimentícias e medicinais.

Para dois dos projetos, o referente ao Cemitério do Araçá e para o Cemitério São Paulo, extensas áreas que hoje permanecem recobertas com concreto, com terrenos impermeáveis, seriam liberadas para plantio de árvores e plantas, tornando o solo permeável e livre para absorção de água.

Inseridos dentro destes jardins, foram projetados lagos que se prestariam não só ao paisagismo.

Um sistema de captação das águas das chuvas, que abrangeria toda a área, bem como suas edificações e áreas do entorno, tornariam estes espaços grandes receptáculos de captação das águas das chuvas, um sistema capilar em que os lagos funcionariam como reservatórios que alimentariam estações de tratamento de água para a produção de água potável .

Este sistema auxiliaria em momentos de déficit hídrico as áreas do entorno aos projetos.

As edificações seriam construídas como edifícios verdes, com suas coberturas providas de placas fotovoltaicas, tornando estes locais também centros de captação de energia renovável.

As áreas escolhidas nos quatro projetos são hoje espaços no interior da cidade com completa infra-estrutura pública instalada, de investimentos públicos extremamente altos, seja nos acessos privilegiados ao transporte público, as redes de luz, água e esgoto, e com entorno e proximidade de extensas áreas ocupadas com bairros inteiros que não possuem áreas verdes com esta magnitude para seus habitantes.

Imaginar outra configuração para estes espaços e repensar novos usos, talvez tenha surgido da minha crença de que não morremos e que a alma segue eterna. O contato dos vivos com os que se foram, não tão raro na história das famílias ou de entes próximos, na forma de visões, em sonhos, em sensações de proximidade ou presença, continuam a acontecer junto aos vivos, a despeito das religiões professadas ou não, e da localidade onde estão guardados seus restos mortais.

Os Módulos

Os módulos são os elementos utilizados para os quatro projetos.

A finalidade, além de comporem parte do todo proposto, é comparativa. Tanto para as construções como para as árvores e lagos que podem ser implantados.

São elementos de exemplificação.

São unidades simples e não originais, elementos pré existentes em outras localidades. Cumprem a função de facilitadoras de leitura da dimensão das alterações propostas.

Frente ao espaço existente, o elemento é relacionado.

Os Taludes

Os taludes são superfícies que limitam um platô e construídos artificialmente alteram a topografia. Para os projetos propostos, construídos em geral nos limites dos terrenos, possuem a função de diminuir as diferenças internas do relevo propiciando topografia mais suave e confortável a caminhadas e aos múltiplos usos e atividades que possam existir. Nas plantas baixas apresentadas estão sempre assinalados na cor laranja.

O modelo aplicado neste projeto, com muros de contenção em pedra, é o utilizado atualmente na Praça Belisário Távora, na confluência das Ruas Monsenhor Alberto Pequeno e Rua Itajubá, junto ao terreno do Cemitério do Araçá no bairro do Pacaembu em São Paulo.

Platôs de dois metros de largura intercalados por muros de dois metros e meio de altura compõe o sistema em forma de terraços que variam em número conforme a alteração de relevo necessária para cada terreno.

As Quadras

As **Quadras** são as edificações que no projeto abrigam os Cemitérios Verticais.

Servem como exemplificação de possibilidade de ocupação de espaço e relação com a quantidade de túmulos possíveis. Como modelo, repete em volumetria a quadra perimetral do urbanista Ildefons Cerda para Barcelona, ajustadas a uma dimensão de 100 metros por 100 metros de extensão, com jardim interno de 46 metros por 46 metros.

A **Quadra** é utilizada integralmente ou partilhada, em duas ou quatro partes iguais e então re-configurada em função do terreno a ser ocupado.

Este desenho possibilita que mesmo com diferentes reconfigurações, sempre é possível a criação de jardins internos em forma de claustro, que propiciam espaços de recolhimento.

Com área construída de 7.884 m² na planta, área para jardim interno de 2.116 m², possuem os seguintes pavimentos : cobertura, cinco pavimentos destinados a Lóculos e Ossários, pavimento térreo, e um sub-solo de garagem. Totalizam uma área construída de 55.188 m².

A **Cobertura** de cada Quadra, o pavimento mais elevado, corresponde a uma área aberta, acessível por elevadores e que possui linhas contínuas de placas fotovoltaicas com a função de captação de energia solar em toda a sua superfície. Além desta função possuiria um sistema de captação de águas das chuvas, para alimentar os lagos.

Abaixo da Cobertura estão cinco pavimentos para Lóculos e Ossários.

Em virtude da conformação dos cemitérios atuais a serem substituídos, estão sendo propostos dois tipos destes pavimentos: Os pavimentos que podem abrigar **Lóculos e Ossários Pequenos** conjuntamente ou pavimentos exclusivos para **Ossários Maiores** .

Os pavimentos que podem abrigar **Lóculos e Ossários Pequenos**, possuem os lóculos que são pequenas cavidades onde são depositadas as urnas funerárias que são dispostas de maneira horizontal. Além da urna possibilitam 5 corpos exumados em compartimento adequado ou 20 corpos se forem cremados. Os lóculos possuem 55 cm (altura) x 100 (largura) x 250 (profundidade). Os ossários menores são gavetas menores que guardam apenas ossos. Possuem para este modelo 30 cm (altura) x 30 cm (largura) x 40 cm (profundidade). Neste caso, cada Quadra Padrão pode acomodar 35.600 lóculos e mais 17.280 ossários menores.

Ou podem ser pavimentos para acomodar apenas **Ossários Maiores** de tamanho padrão de 40 cm (altura) x 40 cm (Largura) x 80 cm (profundidade), em que se acomodam até dois

corpos exumados. Neste caso cada Quadra Padrão pode acomodar 145.200 Ossários Maiores.

No pavimento **Térreo** estão as áreas para salas de velório, restaurante, e salas de administração, além de estacionamento com 200 vagas de veículos.

O **Sub-solo** seria utilizado basicamente como estacionamento de veículos e bikes, com 224 vagas para veículos e 180 vagas para bikes.

A altura do edifício foi projetada com 23 metros, para não ultrapassar a altura de uma árvore tropical ou sub-tropical adulta de grande porte, sendo possível conter o impacto visual destas construções no contexto dos parques a serem criados.

Vias Internas

As vias internas são as vias para circulação principalmente de pedestres, podendo ser utilizadas por bicicletas e carros ligados a administração do parque.

Possuem de 4 a 5 metros de largura. As vias foram planejadas para que seja possível uma declividade máxima de 3% , em ao menos, um circuito completo por cada parque. Possibilita que portador de necessidades especiais utilizando-se de uma cadeira de rodas possa locomover-se sem dificuldade, assim como cadeiras de rodas motorizadas. Mesmo assim, circuitos mais curtos e mais declivosos foram planejados com elevadores para alternativas de percurso.

Os Lagos

O modelo de lago escolhido é o Lago das Ninféias localizado no Jardim Botânico de São Paulo.

Foi escolhido por permitir boa amplitude visual, mesmo com suas dimensões não muito extensas.

O percurso com vistas distintas ao seu entorno, é possível, graças ao desenho de contornos sinuosos e bem traçados. Estando-se em uma de suas extremidades, o bom desenho impossibilita a visualização de seu fim. O traçado sofreu pequena modificação, e o modelo a ser utilizado no projeto possui cerca de 194 metros de comprimento entre os pontos mais distantes por 50 metros de largura na sua porção mais ampla. Ocupa uma área de aproximadamente 6.500 m².

No caso de áreas de parque mais extensas esta unidade de lago foi multiplicada para compor um lago maior.

Os lagos serviriam ao paisagismo, possibilitariam a criação de aves aquáticas nativas, e desempenhariam a função de reservatórios para captação de água.

Como reservatórios, considerando uma profundidade de 4 metros, cada unidade de lago teria a capacidade de armazenar aproximadamente 24 milhões de metros cúbicos de água. Por questões de segurança, uma moldura interna percorrendo o perímetro que circunda o lago teria 2 metros de largura e 1 metro de profundidade

A captação da água vinda das chuvas viria, não só da superfície do lago. Toda a área do parque, suas edificações verdes, as vias internas e de acesso e seu entorno, estariam preparados como um grande receptáculo de todo o excedente das águas pluviais.

Esta captação ocorreria permanentemente ao longo do ano.

Estações de Tratamento de Água

Em cada parque, haveria uma estação de tratamento de água junto aos lagos.

A contínua captação das águas das chuvas ao longo do ano possibilitaria que estas áreas no interior da cidade alimentassem continuamente um sistema de distribuição de água potável.

O modelo proposto é a Estação de Tratamento de Água de Ribeirão da Estiva (1) localizado no município de Rio Grande da Serra, na Região Metropolitana de São Paulo. É uma estação de pequeno porte onde tem sido implantadas novas tecnologias em automação para produção de água potável.

Para este módulo os tanques totalizam 350 m² de área construída.

Lagos Menores

Com dimensões de 45 metros de comprimento por 10 metros de largura em sua parte mais extensa, e possuindo controle de temperatura, os lagos menores estariam em parte ou totalmente inseridos no interior das edificações das Áreas de Convívio, propiciando o cultivo de plantas aquáticas como a vitória régia, inexistente na cidade.

As Árvores

São dois os modelos utilizados.

Os modelos para as Plantas Baixas e os modelos para os Cortes Transversais.

Os modelos para as Plantas Baixas foram definidos pelo tamanho do diâmetro das copas das árvores.

Árvores Existentes (em Verdes)

Copas de 25 , 20, 12 e 06 metros

Coníferas Existentes (em verde com estrela preta)

(Ciprestes Italianos (*Cupressus sempervirens* L))

Copas de 14 e 06 metros

Árvores novas a serem implantadas (em Laranja e Amarelo)

Copas de 20,12, e 06 metros.

Coníferas Novas a serem implantadas (desenho radial pontos verdes)

Araucárias (*Araucária Angustifolia*)

Copa de 15 metros

Para a ilustração dos **Cortes Transversais**, foram utilizados como módulos de árvores imagens de vinte árvores nativas brasileiras com propriedades medicinais ou de uso alimentar (2) . A estas vinte árvores foram acrescentadas ilustrações de árvores não nativas mas que já estão implantadas nas áreas dos projetos, os Ciprestes Italianos e grupos de Eucaliptos. Abaixo estão relacionadas as árvores utilizadas como módulos, com o nome popular, o nome científico e as alturas utilizadas para as ilustrações para efeito de comparativo e de relação com as edificações e com o espaço em que foram inseridas

Açaí (*Euterpe oleracea* mart.) – 12 metros

Araucária (*Araucária Angustifolia* (Bertol.)Kuntze) – 25 metros

Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) – 18 metros

Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) – 10 metros

Castanheira (*Bertholletia excelsa*) – 30 metros

Copaíba (*Copaifera* sp.) - 25 metros

Fedegoso (*Senna Occidentalis* (So)) – 8 metros

Guapeva (*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.)Radlk.) – 12 metros

Guariroba (*Syagrus oleracea*) - 08 metros

Grumixama (*Eugenia brasiliensis*) – 6 metros

Ipê Amarelo (*Handroanthus albus*) – 20 metros

Jatobá (*Himenaëa courbaril*) -30 metros

Jequitibá Rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) – 40 metros

Jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) - 15 metros

Jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* Vell.Berg) – 5 metros

Pau Ferro (*Caesalpinia leiostachya*) – 17 metros

Pau Brasil (*Caesalpinia echinata*) – 15 metros

Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) – 10 metros

Tarumã (*Vitex Megapotamica* (Spreng.) Moldenke) – 13 metros

Uvaia (*Eugenia pyriformes* Camb.) – 5 metros

Cipreste Italiano (*Cupressus sempervirens* L.) – 20 metros

Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) – 20 metros

Viveiros de Plantas

Os viveiros em forma de canteiros de germinação e propagação de mudas, possibilitariam além da produção das espécies para os parques, o contato dos habitantes da cidade com espécies vegetais brasileiras possuidoras de propriedades alimentícias e medicinais. O desenho proposto para os viveiros, com vias internas confortáveis para se caminhar e bancos para descanso ou leitura poderiam propiciar áreas aprazíveis.

As dimensões propostas são de 20 metros de comprimento por 20 metros de largura totalizando uma área de 400 m² para cada módulo, havendo variação no número de módulos implantados em virtude do tamanho de cada parque proposto.

Estufas

Com a estrutura de uma estufa, este módulo apenas foi proposto para o Cemitério da Vila Formosa, sendo possível sua implantação em virtude de sua área mais extensa que os outros projetos. Estas estufas serviriam para a comercialização de plantas, e portanto para a complementação de recursos para manutenção do parque. As dimensões propostas são de 80 metros de comprimento por 40 metros de largura totalizando 3.200 m² de área construída.

Viveiro de Aves

De estrutura circular, estes espaços teriam a função de criação para repovoamento de algumas espécies de aves extintas na cidade a serem reintroduzidas. Círculo de 15 metros de diâmetro, em área construída de 176,62 m².

Centros de Educação

Também de estrutura circular, estas áreas seriam utilizadas como espaços para educação ambiental. Círculo de 20 metros de diâmetro, em área construída de 314 m².

O Cemitério da Vila Nova Cachoeirinha

O Cemitério da Vila Nova Cachoeirinha encontra-se na zona norte da cidade de São Paulo, situado no Distrito Cachoeirinha.

Fundado em 1968, se estende por uma área aproximada de 350.000 m², sendo o segundo maior cemitério da cidade, menor apenas que o Cemitério da Vila Formosa. Está delimitado pela Avenida João Marcelino Branco, Rua Mendonça Junior, Avenida João dos Santos Abreu e Avenida Deputado Emílio Carlos.

Localiza-se a 9 Km do marco zero da cidade. O entorno é intensamente urbanizado com dinâmico comércio e cercado por casas e apartamentos modestos.

Localizado no maciço da Cantareira, na unidade morfológica denominada Planalto Paulistano (Matos,2001) e inserido na bacia hidrográfica do Alto Tietê, o Cemitério da Vila Nova Cachoeirinha encontra-se em terrenos de relevo formado por morros médios e altos com topos convexos (Ross & Moroz,1997). No local as altitudes estão entre 745 e 781 metros, sendo os sepultamentos realizados ao longo de suas vertentes.

Possui sua entrada na área mais elevada do terreno, e é servido por um amplo estacionamento, o complexo de edificações para as salas de velórios, administração, vestiários para funcionários, instalações sanitárias para empregados e público, e uma área ajardinada onde se avista uma capela sobre um gramado entre grandes árvores.

Esta área mais elevada, segue relativamente plana por todo o centro do terreno, abrangendo a capela e mais adiante um cruzeiro, avistando-se parte da zona norte da cidade. Pouco além do cruzeiro o terreno sofre abrupta declividade, que esta recoberta de uma mata que assemelha-se a uma capoeira. Na porção a esquerda da entrada, em direção sul existe uma declividade acentuada que se inicia próxima ao prédio da administração, e finda-se no fim do terreno em direção sul, estando em seu interior um córrego que deságua no rio Cabuçú de Baixo.

Próximo a entrada, em área mais plana e de fácil acesso estão os túmulos familiares, em parcela mais nobre da área, em que as concessões do terreno são por tempo indeterminado, como as concessões encontradas no Cemitério do Araçá e no Cemitério São Paulo. Esta parcela do terreno é minoritária em relação ao restante da área para sepultamento.

Seguindo em direção a esquerda da entrada principal, o relevo permanece em parte plano, seguindo em contorno por todo o terreno.

No restante da área, existe uma divisão em quadras onde estão os sepultados em covas rasas. Estas sepulturas são provisórias, havendo reutilização das covas. Após um prazo entre 2 a 3 anos, os restos mortais são exumados, colocados em pequenas caixas e depositados em lóculos agrupados nas paredes que acompanham os muros perimetrais do cemitério. E o espaço antes ocupado no solo, dará lugar a um novo túmulo. Sobre as covas

rasas estão plantadas gramíneas ou diferentes espécies de plantas de baixa estatura, muitas vezes com flores.

O extremo sul do cemitério foi invadido por famílias das favelas Boi Malhado e Morro da Esperança que construíram suas casas na encosta da elevação que abriga o cemitério. Parte das famílias foram acomodadas em conjuntos habitacionais em área anteriormente pertencente ao cemitério.

Situado em uma região populosa de pouquíssimos parques públicos, em que a área de lazer do bairro constitui atualmente apenas o canteiro central da Avenida Inajá de Souza, utilizado amplamente pela população para caminhadas e passeios de bike, e não existindo parques públicos verdes em um raio de 3,8 Km, esta área poderia constituir imenso espaço verde para a população da zona norte da cidade.

O Projeto para o Cemitério da Vila Nova Cachoeirinha

O projeto consiste nesta área, como nas anteriores, na substituição da prática de sepultamento e guarda de restos mortais junto ao solo, para a prática do sepultamento no interior de edificações verticais adequadas a serem construídas, transformando a maior parte do terreno pertencente ao cemitério em um parque público verde com características de um Jardim Botânico.

Para a área do terreno reservada ao **Cemitério Vertical**, suas edificações e jardins, foi escolhida a parcela de sua porção Leste isto é, para quem esta localizado na atual entrada principal, a área referente a todo o lado esquerdo do terreno.

Para a área reservada ao parque em forma de um Jardim Botânico, seus jardins e construções, foi escolhida a parcela maior do terreno, seu centro e toda a área em direção oeste.

A área referente ao **Cemitério Vertical** pode conter o equivalente a três **Módulos** de **Quadras**. Para melhor disposição no terreno, e sem a necessidade de construção imediata de todas as edificações, as **Quadras** foram partilhadas ao meio, podendo no futuro acomodar até seis edificações que podem ser construídas a medida da necessidade de sepultamento na cidade. Apenas duas meias **Quadras** conteriam todos os sepultados desde a inauguração do Cemitério até a presente data. A entrada para esta área se faria pela Rua Mendonça Junior, sendo a atual entrada apenas utilizada para o parque. Uma série de jardins compõe esta parcela do terreno, avistando-se o **Lago** em parte significativa do terreno.

O **Lago** separaria as áreas do cemitério da área reservada ao parque.

Aproveitando o córrego existente e a declividade do terreno, o **Lago** seria implantado utilizando-se o **Módulo Lago**, do Jardim Botânico de São Paulo e multiplicado por cinco destas unidades, que comporiam um grande lago de 800 metros de comprimento. Este lago ocuparia boa parte da porção sul do terreno, aproximando-se da declividade encontrada nesta área. Este lago teria a função, além de paisagística, de ser o reservatório para a captação de águas pluviais excedentes no terreno, nas edificações e seu entorno.

O sistema de captação de água e armazenamento, resultaria na produção de água potável para a região através de uma **Estação de Tratamento de Água** projetada dentro da área do parque.

A declividade escarpada e mais íngreme do relevo na parte sul, seria corrigida em parte por um sistema de **Taludes**, em forma de terraços e muros de arrimo em pedra e concretados, entremeados de árvores plantadas em seus terraços.

Quanto a área relativa ao parque, alguns Platôs foram definidos em virtude do relevo.

O primeiro Platô compreenderia sua parte mais elevada, o estacionamento, a entrada principal e seus acessos, a área no entorno a **Capela**, as duas **Áreas de Convívio** projetadas com restaurante, café, e salas de leitura, um **Parque Infantil** e uma parcela ampla e gramada, já existente. Esta área em virtude da altitude é a de vista mais privilegiada, avistando-se os bairros que se aproximam do Rio Tietê.

O segundo Platô compreenderia os **Módulos** de **Viveiros de Plantas** com seus canteiros, o **Viveiro de Aves** e a **Área para Educação**.

No terceiro Platô, abaixo destes estaria as **Quadras Poliesportivas**, um **Parque Infantil**, **Sanitários**, uma **Comedoria**, e a **Estação de Tratamento de Água**. Neste Platô estaria acomodado o **Lago**.

Entre o **Lago** e todo o limite sul do terreno, haveria um intenso plantio de árvores, sendo possível atingir esta área através da via de acesso interna. Próximo a área reservada ao Cemitério Vertical, existe parte do terreno ainda não invadido por famílias e que seria também utilizado como parque. Esta área esta abaixo do terceiro Platô e para acessibilidade total, foi projetada a implantação de dois elevadores.

Parques mais próximos da Área

Parque proposto Vila Nova Cachoeirinha 247.280 m²

Parque da Água Branca (Parque Dr. Fernando Costa)	136.765 m2
Parque da Juventude	240.000 m2
Parque Villa Lobos	732.000 m2
Horto Florestal (Parque Estadual Alberto Loefgren)	1.740.000 m2
Parque Estadual do Jaraguá	4.900.000 m2

Comparativo com Áreas Públicas Verdes e Livres em outras cidades

Oosterpark	(1891)	Amsterdam	120.000 m2
Green Park	(1820)	Londres	190.000 m2
Parc da Ciutadella	(1888)	Barcelona	174.000 m2
Brooklyn Botanic Garden	(1910)	Nova York	210.000 m2
Jardin du Luxembourg	(1612)	Paris	224.500 m2
Jardin des Plantes	(1635)	Paris	235.000 m2
St. James Park	(1603)	Londres	230.000 m2

Parque proposto na Vila Nova Cachoeirinha 247.280 m2

(1) Migliorini, Renato (1994) Cemitério como fontes de poluição em aquíferos. Estudo do Cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências.

(2) Pacheco, Alberto (2000) Cemitério e Meio Ambiente. Dissertação de Livre Docência. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências.

(3) Miotto, S.L. (1990) Aspectos geológico-geotécnicos da determinação da adequabilidade de áreas para implantação de cemitérios. Dissertação de Mestrado, IGc e Ciências Exatas / UNESP , Rio Claro,.

(4) Bolívar, Antunes M (2001) Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microorganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. Dissertação de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto e Geociências.

(5) Delmonte,C. Putrefação e suas Conseqüências para o Meio Ambiente. Palestra proferida no Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente. São Paulo. Junho 1995.

(6) Pacheco, Alberto. Os Cemitérios como Risco Potencial para as Águas de Abastecimento. Revista SPAM. EMPLASA n. 17 ago/1986.

(10) Aziz Ab Sáber – Geomorfologia da sitio urbano de são Paulo , 1956. Tese de Doutorado.

(1) SABESP - <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=36>

Kury, Lorelay (org) (2103) Usos e Circulação de Plantas no Brasil – Séculos XVI – XIX . Andrea Jacobsson Estúdio. 1ª. Edição

Limnios, Giorgia (2006) - Repertório Botânico de acompanhamento viário do bairro City Butantã – São Paulo – Outubro 2006Dissertação Tese Mestrado. Departamento de Geografia Física Departamento de Geografia da FFLCH – USP

Foucault, Michael (1984) - Conferência proferida no Cercle d'Études architecturales em 14 de março de 1967, e publicada originalmente em Architecture, Mouvement, continuité, n.5, outubro 1984, p.46-9

Cymbalista, Renato (2002) – Cidade dos Vivos. Ed. Annablume. 1ª. Edição

Cymbalista , Renato (2011) – Sangue, Ossos e Terras. Editora Alameda. 1ª. Edição.

Matrangolo, Breno H. (2013) Formas de bem morrer em São Paulo : transformações nos costumes fúnebres e a construção do cemitério da Consolação (1801-1858). Dissertação de Tese de Mestrado. Departamento de História. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Brullmann, Cuno (org) (2014) Re-Searching Utopia – When Imagination Challenges Reality. Department of Housing and Design . Vienna University of Technology. Niggli Verlag.

ANEXO B – *Links* para os *Teasers* em vídeo da exposição “Jardins do Tempo”

Utilize um leitor de QR Code para acessar os *links* abaixo:



Teaser 1: disponível em: <<https://vimeo.com/361832837>>; acesso em: 10 jun. 2020.



Teaser 2: disponível em: <<https://vimeo.com/363569112>>; acesso em: 10 jun. 2020.