

**ATIVIDADE CEMITERIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP:
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA BIODIVERSIDADE**

LETÍCIA APARECIDA COSTA

**ATIVIDADE CEMITERIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP:
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA BIODIVERSIDADE**

LETÍCIA APARECIDA COSTA

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre – Área de concentração: Ciências Ambientais.

Orientador: Dr.^aPatrícia Alexandra Antunes
Coorientador: Dr. Paulo Antonio da Silva

363.75
C837a

Costa, Aparecida Letícia.

Atividade cemiterial no município de Presidente Prudente-SP: análise da qualidade da água e da biodiversidade / Letícia Aparecida Costa. – Presidente Prudente, 2017.

106 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) -Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2017.

Bibliografia.

Orientadora: Dr.^a Patrícia Alexandra Antunes.

Coorientador: Dr.^o Paulo Antonio da Silva.

1. Cemitérios. 2. Contaminação. 3. Biodiversidade. I. Título.

LETÍCIA APARECIDA COSTA

**ATIVIDADE CEMITERIAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP:
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA BIODIVERSIDADE**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre - Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Presidente Prudente, 10 de março de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Patrícia Alexandra Antunes
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof.^a Dr.^a Marcela Prado Silva
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste
Presidente Prudente-SP

Prof.^a Dr.^a Encarnita Salas Martin
Universidade Estadual Paulista – Unesp
Presidente Prudente-SP

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a toda minha família, que sempre esteve presente na minha formação acadêmica e pessoal. E em especial aos meus pais Silvana e Carlos, e meu namorado Bruno, com todo o meu amor por vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida por intercederem por mim, e sempre me iluminarem.

Agradeço ao meu companheiro e amor Bruno Magro, aquele que mais me incentivou e ajudou na minha pesquisa, aquele que não mediu esforços para contribuir com o desenvolvimento do meu mestrado, e que participou de todos os trabalhos de campo e muitas vezes tomava a frente como se o trabalho também fosse seu. Toda a minha gratidão por seu apoio Tito!

Agradeço aos meus pais Silvana Costa e Carlos Augusto Costa e minha irmã Larissa Costa, pelo incentivo constante para a conclusão da pesquisa.

Agradeço ao Adelino Ferreira, Thais Fernanda e Valdelice por auxiliar na busca de informações dos cemitérios.

Agradeço ao Marcos Fróis pela sugestão de aprimoramento da área da pesquisa.

Agradeço aos meus amigos Renan Kisasi (Kisakinho), que me acompanhou em trabalhos de campo e me auxiliou na contagem de túmulos, João Vitor Silva (Paspalho), que me auxiliou em um trabalho de campo, coleta de água e pela correção ortográfica, Leonardo Rosa pela correção do abstract e ao Carlos Messias por auxiliar na impressão da dissertação.

Agradeço a todos meus amigos que me incentivaram e contribuíram de alguma forma, muito obrigada!

Agradeço ao Daniel Macena e Ranieri Dantzger pelo auxílio no laboratório nas análises físico-químicas e bacteriológicas e Lucilene Brito pela ajuda na identificação das árvores. A participação de vocês foi imprescindível para a conclusão do trabalho.

Agradeço a minha orientadora Patrícia Antunes, que contribuiu muito com a pesquisa, me ensinou muito e me ajudou em todas as fases necessárias. Da mesma forma agradeço ao meu coorientador professor Paulo Antonio da Silva, que me proporcionou um enorme aprendizado e que sempre esteve presente nos trabalhos de campo.

Agradeço ao meu eterno orientador Marcos Boin, pela minha inserção na pesquisa, pelos conhecimentos transmitidos e me apoiar nos estudos sobre cemitérios.

Agradeço ao NEAGEO (Núcleo de Estudos Ambientais e Geoprocessamento) e aos pesquisadores e professores do núcleo que acompanharam o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço os professores do MMADRE (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) que me propiciaram novos conhecimentos.

Por fim agradeço a CAPES pela bolsa concedida.

“A morte é uma realidade inexorável, uma consequência do nascer e do viver, portanto, não se pode ignorar os espaços destinados aos mortos, isto é, nenhuma comunidade pode viver sem cemitérios.”

(Alberto Pacheco)

RESUMO

Atividade Cemiterial na Qualidade da Água e na Biodiversidade no Município de Presidente Prudente-SP

Os cemitérios são intrínsecos à sociedade e precisam ser analisados a fim de proporcionar uma relação harmoniosa com o meio ambiente, minimizando os impactos que essa atividade pode gerar. De acordo com a potencialidade de contaminação dos cemitérios, e as alterações nos meios físico e biótico, é atribuída à atividade cemiterial um potencial impacto ambiental. O líquido liberado pela decomposição dos cadáveres, o necrochorume, é a principal causa da poluição ambiental pelos cemitérios. O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento histórico dos cemitérios de Presidente Prudente, analisar a qualidade da água de corpos hídricos próximo aos cemitérios, bem como analisar a biodiversidade de espécies vegetais e aves. A metodologia de pesquisa consistiu no levantamento bibliográfico sobre o histórico da atividade cemiterial, as formas de sepultamento e os impactos ambientais dos cemitérios. Análises físico-químicas e microbiológicas foram executadas em amostras de água superficiais, coletadas em pontos próximos dos cemitérios e o levantamento das espécies vegetais e aves presentes nos cemitérios também foram realizados. A partir dos resultados obtidos por meio de trabalhos de campo, laboratoriais e revisões de literatura foi possível identificar que os cemitérios do município de Presidente Prudente-SP podem proporcionar impactos ambientais negativos no meio ambiente, causando contaminação dos recursos hídricos. A biodiversidade não é satisfatória, por isso recomenda-se variação das espécies arbóreas para garantir a biodiversidade do local, podendo atrair dessa forma mais espécies de aves.

Palavras-chave: Cemitérios. Contaminação. Biodiversidade.

ABSTRACT

Cemeterial Activity in the Quality of Water and Biodiversity in the Municipality of Presidente Prudente-SP

Cemeteries are intrinsic to society and need to be analyzed in order to provide a harmonious relationship with the environment, minimizing the impacts that this activity can generate. According to the contamination potential of the cemeteries, and the changes in the physical and biotic spheres, a potential environmental impact is attributed to cemetery activity. The liquid released by the decomposition of the corpses, the necrochorume, is the main cause of environmental pollution by the cemeteries. The present work had as objective to carry out a historical survey of the cemeteries of Presidente Prudente; to analyze the water quality of water bodies near cemeteries; as well as to analyze the biodiversity of plant species and birds. The research methodology consisted of a bibliographical survey regarding the history of cemetery activity, burial forms and environmental impacts of cemeteries. Physical-chemical and microbiological analyzes were carried out on surface water samples collected at points near the cemeteries, in addition to the survey of plant and bird species present in the cemeteries. From the results obtained through fieldwork, laboratory and literature reviews it was possible to identify that the cemeteries of the municipality of Presidente Prudente-SP can generate negative environmental impacts on the environment, causing contamination of water resources. Biodiversity is not satisfactory, so it is recommended variation of the tree species to guarantee the biodiversity of the place and potentially attract more bird species.

Keywords: Cemeteries. Contamination. Biodiversity.

LISTA DE SIGLAS

µs	- MicroSiemens
As	- Arsênio
CAPES	- Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr	- Cromo
Cu	- Cobre
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
E	- Exótica
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ER	- Exótica Regional
Fe	- Ferro
GADIS	- Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial
Hg	- Mercúrio
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
mg/L	- Miligrama por litro
N	- Nativa
Ni	- Níquel
°C	- Graus Celsius
Pb	- Chumbo
PNMA	- Política Nacional do Meio Ambiente
UFC	- Unidade Formadora de Colônia
UNESP	- Universidade Estadual Paulista
UNOESTE	- Universidade do Oeste Paulista
WHO	- World Health Organization
Zn	- Zinco

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização dos cemitérios de Presidente Prudente - SP	38
FIGURA 2 – Localização do cemitério A e pontos de coleta de água	42
FIGURA 3 - Túmulo degradado localizado no cemitério A.....	43
FIGURA 4 - Túmulos quebrado pelas raízes presentes no cemitério A	44
FIGURA 5 – Área antiga: Predominância de Sibipiruna.....	45
FIGURA 6 – Área recente: Predominância de oitis e murtas	45
FIGURA 7 - Construção dos túmulos no cemitério B	46
FIGURA 8 – Localização do cemitério B e pontos de coleta de água	48
FIGURA 9 - Túmulos coberto por gramado.....	49
FIGURA 10 - Entrada do cemitério B	49
FIGURA 11 - Localização do cemitério C e pontos de coleta de água.....	51
FIGURA 12 – Disposição dos túmulos no cemitério C	52
FIGURA 13 - Falta de espécies arbóreas ao redor do cemitério C	52
FIGURA 14 - Árvores no corredor principal do cemitério C.....	53
FIGURA 15 – Localização do cemitério D e pontos de coleta de água.....	54
FIGURA 16 - Túmulos horizontais do cemitério D.....	55
FIGURA 17 - Sepultamento direto no solo no cemitério D	56
FIGURA 18 - Túmulos e a arborização no cemitério D	56
FIGURA 19 – Localização do cemitério e pontos de coleta de água	58
FIGURA 20 - Túmulo sem manutenção no cemitério E	59
FIGURA 21 – Extensa área de Sepultamento direto no solo no cemitério E	60
FIGURA 22 - Vegetação do cemitério E.....	60
FIGURA 23 - Localização e ponto de coleta de água do cemitério F.....	62
FIGURA 24 - Vista da entrada do cemitério F	63
FIGURA 25 - Sepultamento direto no solo do cemitério F	64
FIGURA 26 - Porcentagem da origem das espécies arbóreas.....	88
FIGURA 27 - Diversidade das espécies arbóreas.....	89
FIGURA 28 - Quantidade de indivíduos das espécies arbóreas	90
FIGURA 29 - Ave do cemitério C	96

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Pontos de coleta de água superficial.....	33
TABELA 2 - Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Amostras de Águas	35
TABELA 3 - Descrição dos cemitérios	39
TABELA 4 – Resultado das análises de água em 5 pontos do Córrego Ferreirinha – Cemitério A.....	66
TABELA 5 - Resultado das análises de água em 1 ponto do Córrego São João - Cemitério B.....	67
TABELA 6 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Aflente do Córrego dos Coqueiros - Cemitério C	68
TABELA 7 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Córrego Aflente do Ribeirão do Mandaguari - Cemitério D	69
TABELA 8 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Córrego Aflente do Ribeirão do Mandaguari - Cemitério E	70
TABELA 9 - Resultado das análises de água em 1 ponto do Córrego do Pereira - Cemitério F.....	71
TABELA 10 - Espécies arbóreas dos cemitérios.....	81
TABELA 11 - Aves presentes dos cemitérios.....	92

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	18
2.1	Cemitérios e meio ambiente.....	18
2.2	Aspectos legais da atividade cemiterial em relação ao meio ambiente	22
2.3	A biodiversidade da avifauna e vegetação em cemitérios	24
2.4	Fenômenos transformativos dos cadáveres	25
2.4.1	Decomposição de cadáveres e composição do necrochorume	27
2.5	Recursos hídricos e Impactos ambientais.....	28
2.6	Alternativas sustentáveis para o sepultamento	30
3	MATERIAL E MÉTODO.....	32
3.1	Coleta de água superficial	32
3.2	Análises físico-químicas e bacteriológicas	34
3.3	Análises das espécies arbóreas e aves dos cemitérios	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Caracterização dos cemitérios em estudo.....	37
4.1.1	Cemitério A.....	41
4.1.2	Cemitério B.....	46
4.1.3	Cemitério C	50
4.1.4	Cemitério D	53
4.1.5	Cemitério E.....	57
4.1.6	Cemitério F.....	61
4.2	Análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de água.....	64
4.3	Análise da vegetação dos cemitérios.....	80
4.4	Análise das aves dos cemitérios	91
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
	REFERÊNCIAS.....	99

1 INTRODUÇÃO

A palavra cemitério tem origem grega “KOUMETERIAN” e seu significado é “onde eu durmo”. Com o advento do cristianismo, o termo ganhou um novo sentido como sendo um local destinado ao repouso final após a morte (LELI et al., 2012). No Egito Antigo, os mortos eram eviscerados e preparados com resinas e ervas especiais para a mumificação. Posteriormente, os corpos eram depositados em urnas mortuárias no interior das pirâmides e cavernas. Na antiga Roma, na era cristã, entre os séculos I e IX, os mortos eram sepultados nas catacumbas ou próximos das igrejas. A partir do século IX, foi impedido o sepultamento nos cemitérios subterrâneos por causa de doenças, como a peste, o tifo e a tuberculose. A partir do século XIX, devido a problemas higiênicos, foram impedidos os sepultamentos nas igrejas (AQUINO; CRUZ, 2010).

A morte é encarada como algo ruim, com olhares malévolos, muitas vezes mal recebida, originando pensamentos negativos e que deixam esse tema como um tabu da sociedade. A aversão ao cadáver em degeneração é uma constante em todas as civilizações. Os seres humanos evitam a própria degradação e morte, e colocam questões e elaboram culturas diferentes dos outros seres (PACHECO, 2012). Não é possível desvincular a morte da vida e milenarmente elas estão presentes, porque ambas são correlativas e, reciprocamente, uma depende da outra. A própria Ecologia nos revela isso, mesmo que existam muitos mistérios acerca da vida e da morte (MILARÉ, 2007).

Como a morte é um processo da cessação dos atos vivos, a morte é uma realidade inexorável, uma consequência do nascer e do viver, portanto, não se podem ignorar os espaços destinados aos mortos (PACHECO, 2012). No Brasil, a prática de sepultamentos teve seu início no interior das igrejas e em torno. Essa prática foi trazida pelos portugueses, mas desde o final do século XVIII, os médicos brasileiros começaram a se preocupar com os enterros nas igrejas e suas consequências para a saúde das populações (PACHECO, 2012). Para os médicos, a localização ideal dos cemitérios seria fora da cidade, distante de fontes de águas, e em terrenos arejados, onde os ventos não soprassem sobre a cidade (REIS, 1991). Com o tempo, as práticas funerárias foram se afastando cada vez mais dos núcleos urbanos e instalados nas periferias das cidades, mas com o

desenvolvimento das mesmas, os cemitérios se tornaram parte intrínseca do contexto espacial da sociedade atual.

Além de ser um local onde os vivos prestam homenagens aos seus entes queridos nas últimas décadas, os cemitérios começaram a ser considerados fontes causadoras de impacto ambiental negativo (BOCCHESI; PELIZZARO; BOCCHESI, 2007). Com as alterações que ocorrem nos meios físico e biótico, através da instalação dos cemitérios, pode-se considerar que esta atividade polui e contamina o meio.

Poluição pode ser definida de acordo com a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981). Segundo Miotto (1990), a poluição é a introdução de corpos estranhos no solo, água e ar, ocasionando um desequilíbrio das condições naturais, e isso promove uma degradação no sentido de se distanciar dos padrões instituídos, já a contaminação se dá quando a poluição resulta em prejuízos à saúde humana, por isso, o termo contaminação é mais utilizado nos casos de cemitérios.

Conforme a Norma técnica L1.040 da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (1999, p.2), o necrochorume pode ser compreendido como:

[...] O líquido resultante da decomposição de cadáveres. Trata-se de uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas desagradáveis, de cor castanho-acinzentada, mais viscosa que a água, polimerizável, de odor forte e pronunciado, com grau variado de toxicidade e patogenicidade.

A ponderação de Pacheco (2012) evidencia a necessidade de se ter um local apropriado para disposição do corpo humano após a morte, especialmente por questões sanitárias e ambientais. Bergamo (1954) enfatizou a necessidade de estudos geológicos e sanitários das áreas de cemitérios. Devido ao necrochorume liberado na decomposição de corpos sepultados, a implantação e a operação dos

cemitérios horizontais proporcionam diversos riscos de contaminação para o aquífero freático, e quando o sepultamento é realizado diretamente em covas simples, o risco é mais elevado. Essa realidade é encontrada na maior parte dos cemitérios públicos brasileiros (PACHECO, 2012).

Na composição química do necrochorume, encontram-se números elevados de bactérias degradadoras de matéria orgânica (bactérias heterotróficas), de proteínas (bactérias proteolíticas) e de lipídios (bactérias lipolíticas) (MATOS, 2001). Bactérias que são excretadas por humanos (e animais), como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter*, *Streptococcus faecalis*; alguns clostrídios, como *Clostridium perfringens* e *Clostridium welchii*, também são encontrados no necrochorume. Biólogos julgam que o perigo do necrochorume está na sua patogenicidade (OTTOMAN, 1987; MACEDO, 2004).

Os cemitérios são espaços públicos ou privados da infraestrutura e imprescindíveis para qualquer município, onde ocupam grandes extensões e podem impactar de forma significativa na paisagem, nos aspectos ambientais e estéticos (SANTOS, 2013). A instalação de qualquer atividade potencialmente contaminante necessita de uma avaliação prévia do impacto ambiental e da abrangência dos impactos negativos que irão causar para os meios biológico, físico, social e econômico (FURTADO; FURTADO; CRESPI, 2009). A presença de vegetação e de aves nos cemitérios pode amenizar o local hostil que eles representam para muitas pessoas.

Em alguns locais do mundo é possível encontrar diversos cemitérios utilizados para fins de lazer, como o primeiro cemitério-jardim da América, o *Mount Auburn Cemetery*, localizado em Cambridge, que é muito utilizado para festas, piqueniques e exercícios físicos. Esse cemitério se tornou acessível em 1832, com lagos, muitas árvores e mais de 1,5 mil espécies de plantas em seu interior (MOUNT AUBURN CEMETERY, 2016).

Matos (2001) discorre que, para ocorrer um projeto de instalação de cemitério de forma correta, deve-se, necessariamente, levar em consideração as características do meio físico, ou seja, dos aspectos geológicos e hidrológicos da área, pois, assim, torna-se possível promover a qualidade e a manutenção do aquífero freático e o controle do processo natural de decomposição dos corpos. Um projeto adequado para cemitério deve ser realizado com discernimento, observando as características do meio físico, como relevo e hidrologia, e propriedades do solo,

como profundidade efetiva, textura, densidade aparente, teor de matéria orgânica, mineralogia da fração de argila, entre outros (BARROS et al., 2008).

Silva, Malagutti (2008, p. 32), discorre que:

Nos cemitérios onde os terrenos estão impermeabilizados pelas construções tumulares e pela pavimentação das ruas, esta situação associada à declividade do piso e a um sistema de drenagem obsoleta favorece o escoamento superficial das águas pluviais. Nos períodos de alta pluviosidade, este escoamento inunda os túmulos mais vulneráveis e, após a lavagem da área do cemitério, estas águas são eventualmente lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os corpos de água existentes na região, contaminando-os com substâncias do interior de cemitérios.

Destaca-se que a região do Pontal do Paranapanema não possui muitos estudos sobre os cemitérios, e essa realidade se repete para o restante do país. Como a religiosidade interfere extremamente nos estudos relacionados à morte e sepultamento, essa atividade que impacta o meio ambiente muitas vezes é esquecida frente aos outros problemas ambientais que assolam a sociedade.

A partir da problemática apresentada, é necessário identificar quais os impactos decorrentes das práticas cemiteriais no município de Presidente Prudente – SP. O trabalho tem como objetivo geral: analisar a qualidade da água de corpos hídricos próximos aos cemitérios no município de Presidente Prudente – SP. E os objetivos específicos: a) identificar potenciais impactos relacionados à atividade cemiterial; b) verificar a possível contaminação nas águas superficiais das proximidades dos cemitérios por meio de análises físico-química e bacteriológica; c) levantar a biodiversidade da vegetação e da avifauna presentes nos cemitérios; d) propor medidas mitigatórias.

Estrutura da Dissertação

A dissertação está organizada em cinco capítulos, sendo o primeiro a introdução do trabalho; o capítulo 2 apresenta o embasamento teórico, por meio de revisões bibliográficas sobre os temas que norteiam o desenvolvimento da pesquisa; O capítulo 3 aborda os procedimentos metodológicos utilizados para a construção do trabalho. O capítulo 4 expõe os resultados e discussões e o capítulo 5 mostra as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Cemitérios e meio ambiente

As civilizações nômades não tinham o costume de enterrar seus mortos, deixavam se decompor na natureza. Esse hábito era corriqueiro, uma vez que os homens nômades não permaneciam muito tempo em um só lugar. Devido a não convivência com o corpo e por não apresentarem moradia fixa, essa atividade não lhes trazia problemas (MARTIM; SILVA; BĂCON, 2008; SILVA, 2012).

Os cemitérios representam hoje, no Brasil, uma necessidade social e são indispensáveis à destinação dos cadáveres (SILVA et al., 2008). São marcos à memória daqueles que morreram e que os vivos fazem questão de eternizar. Ao longo do tempo, este tipo de construção adquiriu a condição de inviolabilidade, devido ao universo sensível que esse tema provoca na sociedade, e em particular nos países de tradição cristã (PACHECO, 2012). Entretanto, sociólogos, antropólogos, folcloristas e outros pesquisadores têm dado magníficas contribuições para uma melhor informação dos hábitos, costumes e práticas funerárias (MATOS, 2001).

As práticas funerárias principais são: inumação ou sepultamento, tumulação e incineração. De acordo com a resolução CONAMA 335 de 3 de abril de 2003 (BRASIL, 2003), sepultamento é o ato de colocar pessoa falecida, membros amputados e restos mortais em local adequado. A tumulação é o ato de enterrar (inumar) o cadáver no interior de túmulos (jazigos ou carneiros) com formato de caixas retangulares, enterradas por placas de cimento, teoricamente bem seladas, onde os cadáveres ficam completamente enterrados ou semienterrados (SILVA et al., 2008). Já a cremação (incineração), é a técnica pela qual o cadáver é reduzido à cinza pelo uso do calor e evaporação, eliminando-se o processo de decomposição do cadáver (SILVA, 2012).

De acordo com Silva (2012), o corpo humano é constituído de 75% de líquidos e 25% de matérias sólidas (carne e ossos). Na cremação, a parte líquida passa pelo processo de evaporação, transformando-se em gases, ficando apenas as cinzas, oriundas da parte sólida. Essas cinzas são colocadas em uma urna cinerária e entregues aos familiares após sete dias do processo ocorrido ou guardadas no columbário. A instalação de crematórios é vantajosa no sentido de evitar a

contaminação das águas subterrâneas através do necrochorume, ocupar áreas menores e destruir os microrganismos. Em contrapartida a cremação é pouco aceita por questões culturais e religiosas, além da produção de resíduos pela combustão dos corpos, como o gás carbônico (CAMPOS, 2007).

A Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003, define que cemitério é área destinada a sepultamentos, e os divide em (BRASIL, 2003):

- Cemitério horizontal: é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais e o do tipo parque ou jardim;
- Cemitério parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões;
- Cemitério vertical: é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamentos; e
- Cemitérios de animais: cemitérios destinados a sepultamentos de animais.

É notória a consolidação científica da pesquisa sobre as atitudes dos vivos perante a morte, mas a mesma premissa não é válida sobre as questões do meio ambiente e cemitérios, isto é, sobre as relações do corpo em decomposição com o meio ambiente, em especial com o solo e os recursos hídricos (PACHECO, 2012).

O primeiro caso de contaminação de águas subterrâneas por líquidos humorosos de que se tem notícia foi em Londres, no ano de 1854, quando centenas de pessoas morreram por um motivo desconhecido. O então médico John Snow, considerado o pai da epidemiologia, resolveu investigar a água e descobriu que havia a contaminação das águas subterrâneas que eram captadas de poços (PACHECO, 2012).

Na pesquisa de Bochese, Pellizaro e Bochese (2007), os autores investigaram os problemas ambientais decorrentes do cemitério municipal de Pato Branco - PR, e constataram que praticamente metade das sepulturas estavam abandonadas ou em ruínas, cujo estado pode facilitar a infiltração de água e, conseqüentemente, o transporte de necrochorume para o solo e água subterrânea.

Silva (2008) investigou e mapeou a contaminação por necrochorume da água subterrânea no aquífero freático do cemitério de Vila Rezende, Piracicaba-SP. Para tanto, foi aplicado o método da eletrorresistividade. O cemitério apresenta condições físico-químicas dos materiais em subsuperfície desfavoráveis para

percolação do necrochorume, mas facilita o fenômeno de saponificação dos cadáveres. Por meio dos resultados obtidos, como localização e expansão das prováveis plumas, foram locados seis poços de monitoramento. A metodologia do trabalho demonstra uma aplicação de um instrumento indireto importante para avaliação da qualidade ambiental em cemitérios (SILVA, 2008).

De acordo com Braz; Beckmann e Silva (2000), para identificar o grau de contaminação das águas na área do cemitério São José, (mais conhecido como Benguí) em Belém-PA, foram realizadas análises físicas e bacteriológicas, além do levantamento geofísico, e pode-se destacar o caminhamento com o método da eletrorresistividade com o arranjo *Wenner*. Através do caminhamento geofísico foi possível identificar a direção e o sentido do aquífero subterrâneo, e o conseqüente fluxo da contaminação, o que pode ser avaliado por meio das análises bacteriológicas efetuadas. Pode-se concluir que as águas migram em direção aos poços freáticos existentes em residências localizadas em frente ao cemitério e que as mesmas se encontram inadequadas tanto para potabilidade, quanto para balneabilidade (BRAZ; BECKMANN; SILVA, 2000).

Matos (2001) realizou um estudo no Cemitério Vila Nova Cachoeirinha em São Paulo, capital, e pôde constatar que o aquífero freático deste Cemitério encontrava-se contaminado por íons e bactérias. O Cemitério Vila Nova Cachoeirinha fica localizado em terrenos pré-cambrianos na zona norte do município de São Paulo. O estudo monitorou a qualidade das águas subterrâneas em vinte poços instalados no cemitério. Foi observada uma alta concentração de íons e a ocorrência de microrganismos. Os indicadores puderam demonstrar que as águas encontravam-se contaminadas, principalmente por bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas e clostrídios sulfito-redutores. As amostras de água dos locais onde o nível freático encontra-se mais próximo da superfície apresentaram maior pH, maior condutividade elétrica, menor quantidade de oxigênio dissolvido do que as amostras dos poços onde os níveis freáticos estão mais profundos (MATOS, 2001).

Albertin et al. (2013), analisou e classificou os impactos ambientais decorrentes das fases de implantação e operação de cemitérios verticais, utilizando uma situação hipotética. A metodologia fundamentou-se na matriz de impactos ambientais, contemplando variáveis dos meios físico, biológico e socioeconômico. Os resultados demonstraram que os impactos ambientais decorrentes da fase de implantação são, basicamente, os mesmos da implantação de um edifício

residencial. Por sua vez, os impactos ambientais decorrentes da fase de operação são variáveis, e o de maior magnitude é aquele relacionado à alteração da qualidade do ar pela emissão de gases provenientes da decomposição dos corpos (ALBERTIN et al., 2013).

Bertachi (2013) investigou a qualidade das águas na área urbana do cemitério São Pedro em Londrina-PR, para verificar se esse empreendimento estaria causando contaminação da microbacia onde está inserido. Amostras de água foram coletadas para determinação dos parâmetros físico-químicos de turbidez, condutividade elétrica, nitrato, nitrogênio amoniacal, pH e oxigênio dissolvido, e para análises microbiológicas realizou-se a contagem da espécie *Escherichia coli*. Foi feita uma análise dos aspectos topográficos locais através de mapas de altimetria e declividade, e verificada a influência sobre o aquífero do cemitério e através dos poços tubulares profundos. Realizou-se a investigação da qualidade da água no entorno do cemitério e região central de Londrina. A pesquisa evidenciou que as águas subterrâneas da região do entorno do cemitério São Pedro sofreram influências diretas da degradação dos corpos ali presentes, devido às alterações encontradas principalmente nos parâmetros de nitrito e nitrato. Foi comprovado que cemitérios, mesmo que antigos, apresentam impactos de contaminação na água do local, seja ela subterrânea ou superficial. O autor também conclui a importância do monitoramento dos impactos causados por empreendimentos desta natureza, para que sejam evitadas possíveis contaminações (BERTACHI, 2013).

De acordo com Pacheco (2012), há quem duvide, sem o necessário embasamento científico, de que as necrópoles sejam motivo de preocupação ambiental. Essa atividade tardou para ser considerada uma fonte de contaminação ambiental, por mais que pesquisas nacionais e internacionais apontassem para o seu perigo (PACHECO, 2012). Possivelmente, como as necrópoles representam um ambiente sensível e com muitos paradigmas, principalmente em países de tradição cristã, elas não representavam um local de estudo.

Em cidades de médio porte, é comum haver mais de uma necrópole e nos grandes centros esse número chega a dezenas de cemitérios (MIOTTO, 1990). É evidente que os cemitérios adequadamente projetados e inseridos no meio ambiente e operados seguindo regras sanitárias e higiênicas em vigor, apresentam uma relação de moderação e de sustentabilidade com o meio (PACHECO, 2012).

Na história de instalações de cemitérios, o homem *Neandertal* foi quem deu início à prática de inumação (PACHECO, 2012). Pacheco (2012) também menciona que as primeiras inumações ocorreram há 100 mil anos, e no período Mesolítico (a partir dos 10 mil a.C.) apareceram os primeiros cemitérios. Houve diversas mudanças nas formas de sepultamento ao longo do tempo, mas destaca-se que da Idade Média aos tempos contemporâneos os cemitérios voltaram a pertencer à cidade, já que durante muito tempo ele se manteve afastado por representarem um local insalubre. Essas construções ganharam espaço nas dependências das igrejas e nos espaços públicos (PACHECO, 2012).

Vários países da Europa, a partir da década de 1740, demonstraram preocupação com o caráter insalubre dos cemitérios dentro das cidades e próximo do convívio da população. Nas décadas de 1770 e 1780 alguns países se encorajaram para realizar a construção das necrópoles nas periferias das áreas urbanas (PACHECO, 2012). No Brasil, essa prática de sepultamentos no interior das igrejas e adjacências perdurou por muito tempo, e até hoje é possível encontrar essa prática em algumas cidades antigas, como São João Del Rei-MG e Tiradentes-MG.

As cidades que foram formadas a partir da década de 1980, começaram a instalar seus cemitérios afastados dos centros urbanos. Muitos cemitérios que no passado estavam afastados da população, hoje em dia se encontram no meio das cidades devido à urbanização explosiva e desordenada pela quais essas passaram (SILVA, 2008). Percebe-se que grande parte deles foi construída sem grandes preocupações com o meio ambiente. Entretanto, quando os cemitérios apresentam conformidades nas exigências expostas, minimizam em muito os impactos causados por líquidos humorosos, como o necrochorume (MIOTTO, 1990).

2.2 Aspectos legais da atividade cemiterial em relação ao meio ambiente

A PNMA (Política Nacional do Meio Ambiente) é uma lei federal que visa à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, primando pelos interesses da segurança nacional e pela proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981). No Brasil, por meio da PNMA (BRASIL, 1981), instituiu-se o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), tendo este publicado a resolução nº 237/1997, que determinou a necessidade de licenciamento ambiental

para atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental (BRASIL, 1997). Essa resolução não incorporou os cemitérios, pois só posteriormente passariam a ser considerados causadores de impactos ambientais.

No Estado de São Paulo, a CETESB estabeleceu a Norma técnica L1.040 (1999, p.1), onde evidencia que:

Dentro de uma política ambiental que objetiva preservar o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ressalta-se a necessidade de normas técnicas para a implantação de empreendimentos com potencial poluidor.

Neste contexto, 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.

A CETESB, no cumprimento de suas atribuições como órgão responsável pelo controle ambiental no Estado de São Paulo, por conseguinte, houve por bem elaborar a presente Norma Técnica para a implantação de cemitérios.

A primeira legislação efetiva em âmbito nacional foi a Resolução CONAMA nº 335 de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos cemitérios, visando a necessidade de regulamentação dos aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental dos cemitérios (BRASIL, 2003). No ano de 2006, o CONAMA fez algumas alterações na 335/2003, alterando para a resolução nº 368, de 28 de março de 2006 (BRASIL, 2006). Essas alterações se deram devido à quantidade de pesquisas que evidenciavam diversos problemas de contaminação dos cemitérios.

A última alteração realizada foi no ano de 2008, com a Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro, a qual determina que os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deverão estabelecer até dezembro de 2010 critérios para adequação dos cemitérios existentes em abril de 2003 e também que o plano de encerramento das atividades deverá constar do processo de licenciamento ambiental, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas (BRASIL, 2008).

Os cemitérios necessitam de licença ambiental para sua implantação e funcionamento devido aos riscos ambientais que podem ocasionar ao meio ambiente. O processo de licenciamento ambiental exige uma série de documentos, como a caracterização da área, localização tecnicamente identificada, levantamento

topográfico planialtimétrico e cadastral, mapeamento e a caracterização da cobertura vegetal, levantamento do nível do lençol freático, caracterização do subsolo, plano de implantação e operação do empreendimento, entre outros. Pode-se destacar que a área de sepultamento deve manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, a área prevista para a implantação do cemitério deve estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade. Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente (BRASIL, 2003).

2.3 A biodiversidade da avifauna e vegetação em cemitérios

Os cemitérios podem apresentar uma aparência menos hostil para as pessoas com a presença de vegetação e de aves. A existência de vegetação nos cemitérios e seu entorno é salutar (PACHECO, 2012). Além do aspecto estética, é importante do ponto de vista higiênico e sanitário. Pacheco (2012) salienta que a vegetação purifica o ambiente e, além disso, oxigena o solo e o subsolo, apresentando uma atuação benéfica no desenrolar do ciclo evolutivo ou de modificação da matéria orgânica. As árvores, a serem plantadas, devem se situar nas zonas mais afastadas das sepulturas, sendo minuciosamente escolhidas de modo a se obter o mais perfeito efeito arquitetural, como o da salubridade (PACHECO, 2012).

As espécies arbóreas possuem um papel fundamental em relação ao clima e uma série de serviços ambientais que oferece ao homem, e sua supressão impacta de forma negativa o ambiente em que se localiza (COSTA; ANTUNES; SILVA, 2015). Com a supressão da vegetação, ocorre a redução do controle climático, o aumento da poluição do ar e acústica, a perda da qualidade estética. Por outro lado, com a presença da vegetação, há um aumento dos efeitos benéficos sobre a saúde mental e física da população, aumento do conforto térmico, valorização de áreas para convívio social, valorização econômica das propriedades e formação de uma memória e de um patrimônio cultural (VARJABEDIAN, 2002).

Espécies da avifauna brasileira têm se tornado comuns em ambientes modificados, sob o efeito das alterações antrópicas. Fundos de vale, praças são

exemplos de áreas verdes inseridas na malha urbana das cidades que podem abrigar certa diversidade. Algumas características podem modelar as características da avifauna urbana tais como: disponibilidade de alimento, locais para nidificação, presença de cursos d'água e a proximidade com áreas naturais (ROSA et al., 2010).

2.4 Fenômenos transformativos dos cadáveres

O corpo morto, quando sepultado, está sujeito a fenômenos transformativos destrutivos e conservadores, que ocorrem dentro de um ambiente fechado (PACHECO, 2000). Pacheco (2012) salienta que a decomposição de corpos sepultados é um processo vagaroso (de quatro a oito semanas ou mais), dilatado em até oito vezes em relação aos cadáveres expostos às intempéries, à ação das aves e de outros animais. Um dos fatores determinantes na decomposição de cadáveres sepultados em cova rasa é a profundidade em que estão sepultados, que pode ser em torno de 2 metros (PACHECO, 2012).

O corpo humano sepultado nos cemitérios normalmente está sujeito a fenômenos transformativos destrutivos dos quais, por razões ambientais e sanitárias, nos interessa a decomposição ou putrefação, que é o processo da decomposição da matéria orgânica por enzimas microbianas e pela fauna microscópica. A decomposição do corpo não é apenas um processo resultante do evento da morte: é necessária a participação ativa das bactérias cujas enzimas, em condições favoráveis, produzem a desintegração do material orgânico. As bactérias que promovem a decomposição do corpo, em sua maioria, são as mesmas que, em vida, formam a flora intestinal do indivíduo (SILVA, 2012).

Habitualmente, os corpos sepultados em cemitérios estão sujeitos a processos que transformam o cadáver, quer pela sua destruição (autólise, putrefação e maceração), quer pela conservação (saponificação, mumificação, coreificação e petrificação) (VANRELL, 2004; SILVA, 2012).

De acordo com França (2015), os fenômenos destrutivos são:

- Autólise: a autólise se manifesta cessada a circulação sanguínea. Sendo neutro o meio vivo, o aparecimento da mais leve acidez torna impossível a vida. Esse processo se dá devido à destruição celular, caracterizado por uma série de fenômenos fermentativos anaeróbicos que se verifica na intimidade da célula, motivados pelas próprias enzimas celulares e que levam à destruição do corpo humano logo após a morte. A

variação do pH dos tecidos é um evidente sinal de morte. A autólise é o mais precoce dos fenômenos cadavéricos.

- **Putrefação:** consiste na decomposição fermentativa da matéria orgânica por ação de diversos germes e alguns fenômenos daí decorrentes. Depois da autólise, começa a se verificar a desorganização do corpo provocada por germes aeróbios, anaeróbios e facultativos, os quais produzem certos fenômenos físicos e bioquímicos que vão decompondo o corpo em substâncias mais simples. É o intestino o ponto de partida da putrefação, com exceção dos recém-nascidos e dos fetos. Entre os mais influentes fatores que interferem na decomposição cadavérica destacam-se: temperatura, aeração, higroscopia do ar, peso do corpo, condições físicas, idade do morto e a causa da morte. Além disso, devem ser consideradas a ação bacteriana e a atividade dos insetos necrófagos. Os gases produzidos são H_2S , CH_4 , CO_2 , NH_3 , e H_2 . Dependendo das condições ambientais, a putrefação pode ser observada 24 horas após a morte, com a formação dos gases em dois ou três dias. A decomposição do corpo pode durar alguns meses até vários anos, dependendo da ação ambiental.

- **Maceração:** é um processo especial de transformação que sofre o cadáver do feto no útero materno, do sexto ao nono mês de gravidez. Esse fenômeno pode ser séptico, de acordo com as características do meio aonde o corpo permanece. Os fetos retirados do útero *post mortem* sofrem a maceração asséptica.

E os processos conservativos são:

- **Mumificação:** é um processo transformativo conservador do cadáver, podendo ser produzido por meio natural, artificial e misto. Nas mumificações artificiais, os corpos são submetidos a processos especiais de conservação, e tais artifícios datam da mais remota época, através do embalsamento há muito praticados pelos egípcios, pelos nativos das Ilhas Canárias e pelos incas no Peru. Na mumificação natural, são necessárias condições ambientais que garantam a desidratação rápida, de modo a impedir a ação microbiana responsável pela putrefação. A mumificação mista seria aquela resultante de meios e condições onde pudessem influir tanto o meio ambiente como o tratamento conservador do cadáver. O cadáver mumificado apresenta-se reduzido em peso, pele dura, seca, enrugada e de tonalidade enegrecida, cabeça diminuída de volume, a face conserva vagamente os traços fisionômicos, os músculos, tendões e vísceras destroem-se pela pressão leve, transformando-se em pó, e os dentes e as unhas permanecem bem conservados.

- **Saponificação:** é um processo que se caracteriza pela transformação do cadáver em substância de consistência untuosa, mole e quebradiça, de tonalidade amarelo-escura, dando uma aparência de cera ou sabão. Esse fenômeno pode surgir espontaneamente, em geral após a sexta semana depois da morte, sendo, porém, a água e o solo os responsáveis. A água estagnada e pouco corrente concorre para tal efeito. O solo argiloso, úmido e de difícil acesso ao ar atmosférico facilita tal processo. É raro encontrar um cadáver totalmente transformado por esse fenômeno especial.

Concepções semelhantes também foram encontradas nas obras de: Miotto (1990), Fávero (1991), Matos (2001), Castro (2008), Pacheco (2012), Silva (2012).

2.4.1 Decomposição de cadáveres e composição do necrochorume

Conforme Vass (1992), a decomposição humana se inicia cerca de 4 minutos após a morte. O início se dá por um processo conhecido por autólise ou autodigestão - processo autodestrutivo de células e tecidos, que ocorre sem interferência externa (VANRELL, 2004). É um processo complexo, segundo Vass (2001), e depende principalmente da temperatura e, em menor grau, da umidade (SILVA, 2012).

Na decomposição dos corpos existe a fase chamada de período coliquativo ou humoroso, que é a dissolução pútrida das partes moles do corpo, e a mais preocupante em termos ambientais. É nesta fase (duração de dois ou mais anos) que ocorre a liberação do líquido humoroso (liquame, putrilagem), também conhecido por necrochorume, no qual a matéria orgânica se liquefaz, e esse líquido pode atingir até 10 litros por cadáver (MIOTTO, 1990).

Necrochorume (liquame ou putrilagem) é o termo aplicado à substância análoga ao chorume (SILVA, 2012). Durante os processos transformativos destrutivos, os riscos de contaminação das águas, tanto superficiais quanto subterrâneas, são maiores. O necrochorume pode contaminar a reserva do subsolo através da infiltração no solo, chegando ao lençol freático. Podemos considerar que as águas intersticiais de seus meios ficam vulneráveis à contaminação por um período bastante longo e praticamente em todos os pontos do sítio geológico do cemitério (MIOTTO, 1990).

O corpo humano, após a morte, sofre putrefação, resultando na dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais (MATOS, 2001). A decomposição do corpo pode durar de poucos meses até vários anos, dependendo da ação ambiental. Com o rompimento dos tecidos, o necrochorume pode atingir o aquífero, transportado pelas chuvas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea (CASTRO, 2008).

A degeneração das substâncias orgânicas no necrochorume pode produzir cadaverina e putrescina, que quando degradadas geram amônio em condições anaeróbicas, como no caso da putrescina, que pode ser fermentada por um grupo de clostrídios (MIGLIORINI, 1994). Existem casos de contaminação do necrochorume em seres humanos pela penetração de substâncias tóxicas na

epiderme, mesmo existindo outros tecidos do corpo humano mais suscetíveis, como o pulmão e o aparelho digestivo (estômago e intestino) (MIOTTO, 1990).

Nos cemitérios públicos brasileiros, é comum a implantação e a operação inadequada de cemitérios horizontais, e isso pode se agravar quando os sepultamentos são realizados diretamente no solo (PACHECO, 2012). Medidas de prevenção estão sendo tomadas na implantação de necrópoles, levando também em consideração a distância destas em relação aos mananciais de superfície e aos poços de captação de água subterrânea (PACHECO, 2012).

Segundo Almeida e Macedo (2005), a decomposição das substâncias orgânicas do corpo pode produzir diaminas como a cadaverina ($C_5H_{14}N_2$) e a putrescina ($C_4H_{12}N_2$), que ao ser degradado geram NH_4^+ , substância que apresenta toxicidade em altas concentrações. A cadaverina e putrescina são danosas também por serem responsáveis pela transmissão de doenças infecto-contagiosas como a hepatite e a febre tifóide. Essas substâncias podem se proliferar em um raio superior a 400 metros de distância do cemitério, a depender da geologia da região (LOPES, 2008).

2.5 Recursos hídricos e Impactos ambientais

A água é um recurso natural imprescindível para as diversas atividades do homem e indispensável para sua própria sobrevivência. Para suprir as necessidades humanas e todos os processos atuais, é preciso coletar a água de mananciais de superfície ou subterrâneos (SILVA; SALGUEIRO, 2001; AMARAL, 2007).

Os recursos hídricos devem ser objeto de um estudo aprofundado, com levantamento e avaliação de sua qualidade e quantidade, pois a água doce utilizável representa menos que 1,1% da quantidade de água do nosso planeta e essa abundância é distribuída de forma desigual (DERISIO, 2007).

A preservação da água deve acontecer tanto para as águas superficiais como para as subterrâneas. A qualidade da água dos nossos rios, lagoas e outros reservatórios vêm sendo comprometida pelos poluentes que nela são lançados, provenientes de esgotos domésticos ou efluentes industriais, ou de outras fontes decorrentes do carreamento de contaminantes pela água de chuva que escoar pela superfície do solo ou pavimentação (SOARES; MAIA, 1999). Assim, a contaminação

das águas de abastecimento contribui para o aumento das doenças transmitidas ao homem (AMARAL, 2007).

Sendo a água de importância vital ao indivíduo, a garantia de sua potabilidade e de suas condições higiênico-sanitárias é de grande importância para toda a população. Graças a sua enorme capacidade de dissolução e transporte das mais variadas formas de matérias, seja em solução, seja em fina suspensão, a água representa o componente ideal nas funções de limpeza de ambientes, constituindo, ao mesmo tempo, o veículo de todo destino de impurezas. Estas, na forma de substâncias tóxicas ou de microrganismos patogênicos, abrangendo o corpo humano externo ou interno, podem transmitir ao ser humano uma série de estados mórbidos e, naturalmente, indesejáveis (BRAGA et al., 2015).

A contaminação do solo e da água em cemitérios se dá, além do necrochorume, pelos contaminantes químicos, como As (Arsênio) e Hg (Mercúrio), usados em práticas de embalsamento de corpos com formaldeído (BARROS et al., 2008). Atualmente, outras fontes de contaminantes químicos como o verniz, conservantes da madeira e as partes metálicas dos caixões, como alças e adereços, podem liberar Pb (Chumbo), Zn (Zinco), Cu (Cobre), Cr (Cromo), Ni (Níquel) e Fe (Ferro) (SPONGBERG; BECKS, 2000; BARROS et al., 2008).

As águas atingidas pelo necrochorume oferecem contaminação microbiológica por bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfitorreduzores, enterovírus e adenovírus (NOGUEIRA; COSTA JÚNIOR; COIMBRA, 2013). Ocorre um elevado consumo do oxigênio, devido à decomposição biológica e as transformações químicas, principalmente dos compostos com carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e outros (NOGUEIRA; COSTA JÚNIOR; COIMBRA, 2013). Há um aumento da condutividade elétrica destas águas, provocado pelos sais provenientes da decomposição. Estudos mostram aumento nas concentrações dos íons maiores bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio, e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco e de outros metais, há presença também de duas diaminas muito tóxicas que são constituídas pela putrescina (1,4 Butanodiamina) e a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), duas toxinas potentes para as quais não se dispõem de antídotos eficientes (MATOS, 2001; CUNHA, et al., 2008).

2.6 Alternativas sustentáveis para o sepultamento

Devido à preocupação com o meio ambiente e visto que o enterro convencional é uma atividade de potencial impacto para o meio ambiente, novas alternativas têm surgido para tentar minimizar esse problema, denominadas de enterro verde ou sustentáveis. Esse tipo de enterro utiliza materiais biodegradáveis como caixões de madeira reutilizada, papel reciclado, papelão, vime, cápsulas, enfim, têm surgido nos últimos anos diversas formas de sepultamentos que impactam com menor veemência o meio ambiente. (SINCEP, 2013)

Em 1996, o biólogo Ramsey Creek (1996) criou o primeiro cemitério verde dos EUA. Segundo ele, o enterro verde é aquele em que se evita desperdício de recursos, não faz a utilização de substâncias tóxicas, opta por materiais biodegradáveis sem ameaça de extinção e protege as áreas que estão ameaçadas. Nos sepultamentos convencionais, são usualmente utilizadas tintas, vernizes, alças metálicas, madeiras nobres, que aumentam o tempo de degradação do cadáver e que contaminam o solo (CHAYAMITI, 2016). A proposta de cemitérios verdes e enterros sustentáveis busca melhorar esse panorama de degradação ambiental, buscando melhorar a relação do sepultamento com a natureza.

Por mais que existam evidências de degradação do meio ambiente em relação ao tipo de enterro mais utilizado atualmente, a principal dificuldade encontrada para enterros mais sustentáveis ainda são os impedimentos socioculturais e religiosos. Como os enterros sempre acontecem em momentos dolorosos, de modo óbvio, não há muito lugar para discorrer sobre esses costumes. Portanto, perpetuam-se práticas que poluem o meio ambiente, como o embalsamento, utilizando uma variedade de produtos químicos e os enfiando em caixões que dificultam sua devolução para a natureza (JOE SEHEE, 2014).

Algumas alternativas vistas como enterro sustentável podem ser citadas, como o enterro *freeze-dry*, que apenas é disponível na Suécia. O método está disponível desde 2005 e consiste em congelar e desidratar o corpo. Primeiramente deve-se mergulhar o corpo em nitrogênio líquido, a -196°C , isso faz com que o corpo se congele e se torne extremamente quebradiço. Em seguida, é colocado em uma esteira onde o corpo irá se quebrar em pequenos pedaços e virará pó. Há alguns equipamentos que filtram água e um ímã retira qualquer metal que existir nos restos mortais. O pó que resulta desse processo (exemplo: 20 kg a partir

de um corpo de 80 kg) é inserido em uma caixa de amido de batata ou milho e enterrado em túmulo raso. Para finalizar o processo, planta-se uma árvore em cima da caixa para que ela utilize seus nutrientes. Em um período de 6 meses a 1 ano os restos mortais desaparecem (CHAYAMITI, 2016).

Outra alternativa é o caixão de papelão, pois para que se construa um caixão convencional é necessária uma árvore inteira, e com essa mesma quantidade é possível construir 100 caixões de papelão. Essa alternativa é mais barata, não emite fumaças tóxicas, e não contamina as águas subterrâneas dos cemitérios. Este caixão foi elaborado pelo argentino Mauricio Kalinov, que apostou nos caixões descartáveis (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODO

A metodologia de pesquisa utilizada consistiu no levantamento bibliográfico relacionado aos cemitérios, tais como a composição do necrochorume, os fenômenos transformativos, impactos ambientais nos recursos hídricos, a biodiversidade dos cemitérios, realizando a pesquisa em artigos, dissertações, teses, livros e documentos.

As análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de água foram realizadas no laboratório de Águas, Química 3 e Análise de Resíduos da UNOESTE (Universidade do Oeste Paulista), localizado no Campus II.

O levantamento das espécies vegetais e aves foi realizado nos cemitérios, por meio de trabalhos de campo nas áreas de estudo.

As informações sobre os cemitérios foram obtidas por meio de trabalhos de campo e conversas com funcionários da prefeitura.

3.1 Coleta de água superficial

Com a finalidade de identificar possíveis contaminações nos recursos hídricos próximos aos cemitérios, foram definidos alguns pontos de coleta. Para a definição dos pontos de coleta utilizou-se o auxílio de imagens de satélite disponibilizadas no *Google Earth* sobre a área de estudo. Para a observação dos pontos de coleta foram necessários trabalhos de campo de caráter exploratório nos possíveis pontos de coleta, a fim de verificar a real situação do recurso hídrico em estudo. A partir dessas análises iniciais, foram definidos 16 pontos de coleta, divididos nos seis cemitérios em estudo, quais sejam A, B, C, D, E e F.

Para a elaboração do mapa de localização dos cemitérios utilizou-se ortofotografias com resolução de 1 metro, da empresa EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano), do ano de 2011, disponibilizadas pelo GADIS/UNESP (Grupo Acadêmico Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial), para auxiliar na identificação de cada cemitério e os possíveis pontos de coleta de água superficial. Analisando as características dos cemitérios e dos recursos hídricos próximos aos mesmos, definiram-se os pontos de coleta, que estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1 - Pontos de coleta de água superficial

CEMITÉRIOS	QUANTIDADE DE PONTOS COLETADOS	DATA DA COLETA
A	5	05/07/2016
B	1	29/06/2016
C	3	29/06/2016
D	3	24/05/2016
E	3	20/04/2016
F	1	20/04/2016

Fonte: A Autora (2017).

Devido às particularidades de cada cemitério e as condições dos recursos hídricos próximos, foram estabelecidas diferentes quantidades de pontos de coleta. Inicialmente, estipulou-se três pontos de coleta em cada cemitério, para a verificação de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Todavia, haja vistas as condições encontradas, optou-se por ampliar a quantidade de pontos no cemitério A, pois ele ocupa uma área extensa, é o principal cemitério utilizado no município e possui muitos sepultamentos. No cemitério B, o recurso hídrico está escasso e com difícil acesso, por isso optou-se em coletar apenas uma amostra. Nos cemitérios C, D e E coletaram-se três pontos, para realizar uma comparação dos resultados. No cemitério F o recurso hídrico está represado, alterando as condições reais das águas, portanto optou-se em coletar apenas um ponto, pela falta de representatividade do recurso hídrico.

As coletas foram realizadas no período do outono e inverno, entre os meses de abril e junho, visando um período com menor incidência de chuva. Todas as coletas foram realizadas em dias sem precipitação. Seguindo os procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998), e Macedo (2003), as amostras de água foram coletadas rapidamente com o frasco submerso abaixo da superfície da água (cerca de 15 a 20 cm), para evitar a coleta de material flutuante e logo em seguida, os frascos foram identificados. Os frascos utilizados foram de vidro âmbar esterilizados, fornecidos pelos laboratórios da UNOESTE manipulados com o auxílio de luvas

descartáveis para as análises bacteriológicas e físico-químicas. Todas as coletas ocorreram no período da manhã.

Todas as análises realizadas foram feitas *ex situ*, ou seja, as amostras foram coletas e levadas para os laboratórios, não se realizando nenhum tipo de análise *in situ*, no local da coleta. As amostras de água superficial foram armazenadas em caixas térmicas refrigeradas e levadas ao laboratório com um tempo inferior a 4 horas de transporte. As amostras foram refrigeradas no laboratório e as análises começaram imediatamente. Para aumentar a confiabilidade dos resultados, as análises foram realizadas em duplicatas.

Em cada ponto de coleta foi registrada a sua coordenada geográfica utilizando o aplicativo de celular livre *Mobile Topographer*, desenvolvido pela empresa *S.F. Applicality Ltd*, para posterior compilação dos dados.

3.2 Análises físico-químicas e bacteriológicas

A CETESB (1999) definiu a norma técnica L1.040 para implantação de cemitérios, e de acordo com estudos realizados por Almeida et al. (2006), Cunha et al. (2008), Santos; Moraes; Nascimento (2015), que apontaram a contaminação dos cemitérios, os parâmetros escolhidos para essa pesquisa foram: condutividade específica, dureza total, pH, cor aparente, cloretos, cromo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio nitrato, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas. Além desses parâmetros, serão utilizadas recomendações de trabalhos sobre o tema.

As análises realizadas estão dispostas na Tabela 2 e as mesmas seguiram os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998).

TABELA 2 - Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Amostras de Águas

Parâmetros físicos	Parâmetros químicos	Parâmetros microbiológicos
Condutividade específica	pH	Coliformes totais
Cor	Cloretos	<i>Escherichia coli</i>
Temperatura	Cromo total	Bactérias heterotróficas
	Ferro total	
	Fosfato	
	Nitrogênio nitrato	
	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	
	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
	Dureza total	

Fonte: A Autora (2017).

3.3 Análises das espécies arbóreas e aves dos cemitérios

Tendo em vista que as plantas são a base da cadeia alimentar, portanto uma das promotoras da diversidade de organismos, realizou-se um levantamento das espécies vegetais plantadas nos cemitérios. Parte-se do pressuposto de que um ambiente rico em espécies vegetais contribui à manutenção de diversos elementos da fauna, além de favorecer a estética (ALVEY, 2006) e diminuir a hostilidade local aos visitantes. Intuitivamente, quanto mais homogênea for a paisagem local (por exemplo: grande densidade de uma única espécie), menor é a probabilidade de que o ambiente seja biodiverso (ALVEY, 2006), portanto de pouco valor estético e recreativo (COSTANZA et al., 1997).

Para tanto, realizou-se uma análise da biodiversidade dos cemitérios em estudo. Escolheu-se analisar as espécies arbóreas e as aves. Esses parâmetros escolhidos visam demonstrar as características ecológicas dos cemitérios. Realizou-se um censo das espécies arbóreas, com o auxílio de guias de plantas (LORENZI et al. 2003; SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI 2008, 2009ab; LORENZI et al. 2010). Foram catalogadas todas as árvores e arbustos dentro e na borda externa do cemitério, que funcionam como cerca viva. Posteriormente à identificação e

catalogação das espécies arbóreas, utilizou-se a fórmula de Levin's para calcular e diagnosticar a diversidade de espécies em cada cemitério. A fórmula utilizada é:

$$B_A = \left(\frac{Y^2}{\sum N^2} \right) - \frac{1}{n} - 1$$

Onde B_A é o Índice de Levin's, Y é o total de indivíduos (plantas), N é o total de indivíduos (plantas) de cada espécie vegetal e n é o total de espécies vegetais (KREBS, 1989).

O levantamento das aves foi feito através de observação visual, considerando-se, também, a detecção auditiva. O número de indivíduos de cada espécie foi anotado. A identificação baseou-se no guia Sigrist (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos cemitérios em estudo

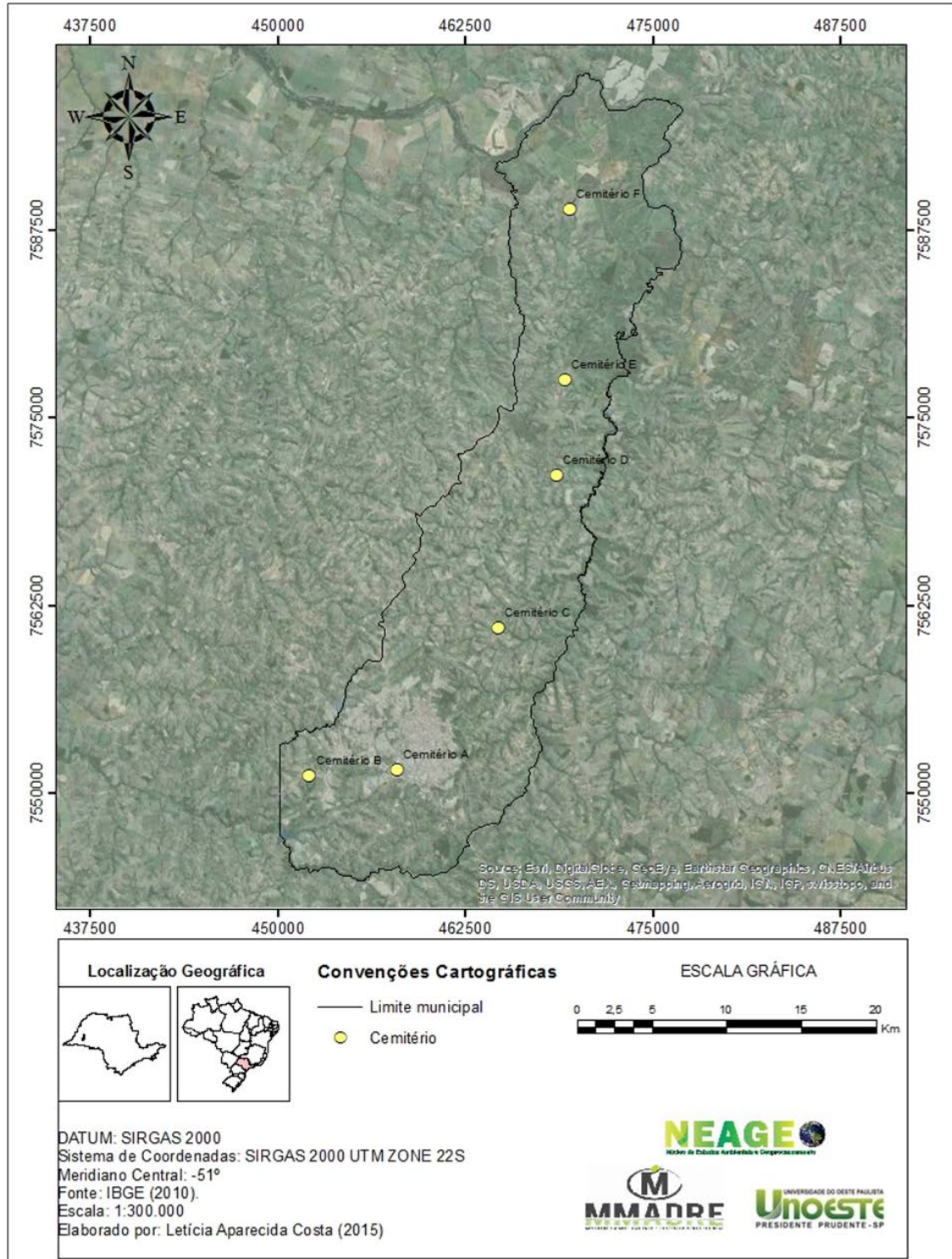
O município de Presidente Prudente está localizado no oeste do estado de São Paulo. Pertencente à mesorregião e microrregião de mesmo nome, localiza-se no interior do estado de São Paulo, distando cerca de 560 km da capital. Ocupando uma área de 562,12 Km²(sendo 16,56 Km² em perímetro urbano), o município é composto pela cidade de Presidente Prudente e os distritos de Ameliópolis, Eneida, Floresta do Sul e Montalvão, subdividido ainda em cerca de 220 bairros (PRESIDENTE PRUDENTE, 2016). Atualmente, o município de Presidente Prudente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) possui uma população estimada de 223.749 habitantes.

No município de Presidente Prudente, o primeiro cemitério se localizava entre a Avenida Brasil e a Rua Dr. José Foz, onde, atualmente, se situa a Estação Rodoviária da cidade. O cemitério necessitou ser removido deste local devido ao aumento populacional e a urgência de novas alternativas de transporte, pois o modal ferroviário estava em decadência e o rodoviário em plena ascensão, demandando um novo espaço na cidade. Os corpos que estavam sepultados ali foram encaminhados para o novo cemitério, na periferia do Jardim Bongiovani, denominado nessa pesquisa como cemitério A. A cidade foi se expandindo e começou a se aproximar do cemitério, o qual, originalmente, localizava-se na periferia da cidade.

A decomposição do corpo tem uma relação inerente com a climatologia do local. O município de Presidente Prudente encontra-se sob um regime de clima tropical, numa área de transição climática, sofrendo a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul (CARDOSO; AMORIM, 2015). O município apresenta um clima tropical, com duas estações definidas, um período de verão/outono, mais quente (temperaturas médias das máximas entre os 27 °C e 29°C) e muito chuvoso (entre 150 e 200 mm mensais) e invernos amenos (com temperaturas médias das mínimas entre os 16°C e 18°C) e menos úmidos (chuvas mensais entre os 20 e 50 mm) (AMORIM; MONTEIRO, 2011; AMORIM; DUBREUIL; CARDOSO; AMORIM, 2015). Essas características propiciam uma decomposição mais rápida do cadáver.

A Figura 1 apresenta a localização dos cemitérios.

FIGURA 1 - Localização dos cemitérios de Presidente Prudente - SP



Fonte: A Autora (2017).

Os cemitérios A e B se localizam no núcleo urbano do município, e os cemitérios C, D, E e F nos distritos. A Tabela 3 mostra uma síntese das informações dos seis cemitérios em estudo.

TABELA 3 - Descrição dos cemitérios

Cemitérios	Inauguração	Localização	Área aproximada (m ²)	Sepultamento direto no solo	Quantidade de túmulos	Estado de conservação dos túmulos	Tipo do cemitério
A	1937	Área urbana	192.000	-	19 mil	Razoável	Horizontal tradicional e vertical
B	2000	Área urbana (afastado da região central)	47.000	*	-	Ótimo	Horizontal jardim
C	Década de 1950	Área urbana (região central)	3.300	4	194	Bom	Horizontal tradicional
D	Década de 1950	Área urbana (afastado da região central)	2.800	289	115	Ruim	Horizontal tradicional
E	1948	Área urbana (afastado da região central)	5.900	318	170	Ruim	Horizontal tradicional
F	Década de 1930	Área rural	9.700	997	78	Péssimo	Horizontal tradicional

*Cemitério Jardim

Fonte: A Autora (2017) e Presidente Prudente (2016?).

No cemitério A consta que seu primeiro sepultamento ocorreu no ano de 1937. O cemitério B, que no seu início era privado, foi inaugurado nos anos 2000. Os cemitérios C e D começaram a ser utilizados aproximadamente na década de 50, o E em 1948 e o cemitério de Ameliópolis da década de 30. Esses dados foram obtidos através de visitas no local e em conversas com funcionários da prefeitura.

Os cemitérios A, B, C, D e E se localizam na área urbana, como é possível observar na Tabela 3, e dois deles estão próximos à área central da cidade. Geralmente, quando eles são instalados, procuram-se áreas mais distantes da população, porém com o crescimento urbano acelerado, muitos cemitérios ficaram no meio das cidades e bem próximos de casas e comércios. O maior exemplo

encontrado nesse trabalho é do cemitério A, que originalmente foi instalado na periferia da cidade, mas o seu entorno se desenvolveu e atualmente ele está localizado próximo de universidades, comércios, casas, hospital. O cemitério F está localizado na área rural e em seu entorno a plantaçoão predominante é a de cana de açúcar. As extensões de cada cemitério são bem distintas entre si. A Tabela 3 apresenta o cemitério A como o de maior área (192.000 m² aproximadamente), e o cemitério D como o de menor área (2.800 m² aproximadamente).

A quantidade de sepultamentos e túmulos possui uma relação com a área dos cemitérios e sua localização no município. Os cemitérios dos distritos (C, D, E e F) possuem uma quantidade menor de túmulos e sepultamentos, pois a população que mora nos distritos é bem inferior à da cidade de Presidente Prudente, portanto a quantidade de sepultamentos é maior nos cemitérios A e B. Cabe ressaltar que, independentemente da quantidade, o número de sepultamentos realizados diretamente no solo é maior nos distritos. Essa quantia é bem alta no cemitério F, com 997 sepultamentos no solo, 318 no E, 289 no D e uma quantia menor no C, com 4 sepultamentos direto no solo.

Em relação ao estado de conservação dos túmulos, classificaram-se entre ótimo, bom, razoável, ruim e péssimo. Essa descrição pode ser realizada conforme observado nos trabalhos de campo e comparando os seis cemitérios em estudo. Considerou-se que o cemitério A é razoável nesse quesito, pois foi possível observar uma preocupação da prefeitura com os sepultamentos mais recentes, onde as sepulturas estão sendo construídas em nível acima do solo, e sob área pavimentada. O espaço destinado para sepultamento diretamente no solo foi extinto no ano de 2010, minimizando assim possíveis fontes de contaminação.

O cemitério C foi considerado bom, e a maior parte dos túmulos está conservada, excetuando-se os túmulos muito antigos que estão degradados. Neste cemitério são apenas 4 sepultamentos diretamente no solo. O cemitério B pode ser considerado ótimo, uma vez que as lápides estão em bom estado e o gramado que cobre o cemitério também, não apresentando nenhum tipo de degradação das sepulturas. Os cemitérios D e E estão em condições ruins, pois apresentam áreas com sepultamentos diretamente no solo e túmulos degradados, sem manutenção. O cemitério F, por sua vez, está em péssimo estado de conservação, pois praticamente 93% da área do cemitério apresenta sepultamento em cova rasa.

Pacheco (2000) salienta em sua pesquisa que um dos principais problemas que os cemitérios municipais enfrentam é o sepultamento em covas rasas e diretamente no solo sem qualquer tipo de proteção, ocasionando um risco em potencial para a contaminação do lençol freático e águas superficiais.

A Tabela 3 também apresenta os tipos de cemitérios. Existem diferentes tipos de cemitério, sendo que os mais comuns do Brasil e no mundo são os cemitérios horizontais tradicionais, que são cemitérios com túmulos a vista (PACHECO, 2012). Algumas cidades já optam por cemitérios com sepultamento vertical, que ocupa uma extensão menor, ou cemitérios que buscam minimizar os impactos ambientais. No município de Presidente Prudente é possível encontrar diversas formas: Horizontal tradicional, Vertical e Horizontal jardim.

Os rios próximos aos cemitérios estudados apresentam baixa vazão e não são utilizados para o abastecimento público.

Para auxiliar na busca pelo local do sepultamento nos cemitérios em Presidente Prudente, a prefeitura disponibiliza o serviço de consulta dos sepultados pelo site do município.

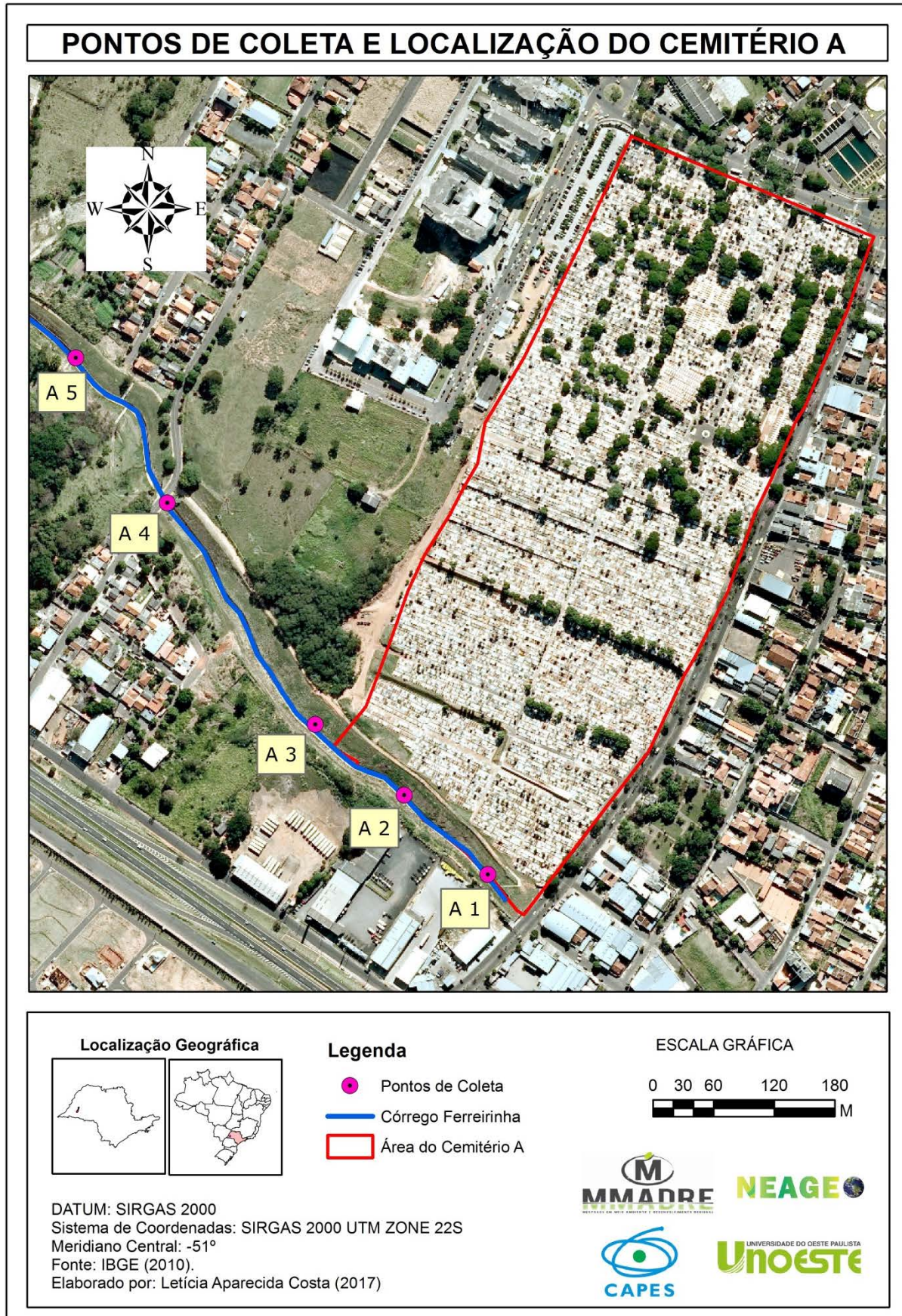
4.1.1 Cemitério A

Entre os anos de 2003 e 2013 foram sepultados 12.583 cadáveres no cemitério A, considerado o principal cemitério de Presidente Prudente (PRESIDENTE PRUDENTE, 2013). A área destinada ao sepultamento municipal começou a se tornar pequena, e os espaços vazios foram sendo completados, até chegar à grande problemática da falta de espaço para enterrar seus mortos. Visando a minimização dessa problemática, a Prefeitura Municipal adquiriu mais um cemitério da cidade, o cemitério B.

A Figura 2 apresenta a localização do cemitério A e os pontos de coleta de água, onde foram obtidas amostras para a verificação da sua qualidade e o possível impacto gerado pelo cemitério.

O córrego Ferreirinha (cemitério A), é canalizado por todo o seu curso e atravessa uma área urbanizada do município de Presidente Prudente. Devido à sua canalização e localização urbana, não foram encontrados animais nas proximidades. Próximo aos pontos de coleta A1, A2 e A3 estão localizados uma loja de roupas, uma farmácia e um posto de combustível.

FIGURA 2 – Localização do cemitério A e pontos de coleta de água



Fonte: A Autora (2017).

Por meio de visitas *in loco*, foram observadas todas as características da necrópole, entre as quais formas de sepultamento, o tipo de cemitério, vegetação, conservação das sepulturas, etc. Fundamentando-se na lei vigente sobre licenciamento ambiental CONAMA 335/2003 (BRASIL, 2003), que ressalta que a área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade, pode-se salientar que no cemitério A isso não é respeitado, visto que existem túmulos dentro da área de preservação permanente. Esse é um fator que demonstra que o cemitério A não atende integralmente à legislação. A Figura 3 apresenta uma imagem onde é possível observar túmulos degradados evidenciando a irregularidade na preservação das sepulturas. Trabalhos como de Pacheco, Mendes e Hassuda (1986), Campos (2007) evidenciaram a presença de túmulos mal conservados em cemitérios municipais do Brasil, podendo se constituir em focos de contaminação das águas subterrâneas.

FIGURA 3 - Túmulo degradado localizado no cemitério A



Fonte: A Autora (2017).

Os túmulos que se encontram degradados representam maior potencial à contaminação, pois permitem a infiltração da água da chuva no solo, carregando os contaminantes da decomposição dos corpos. Sabe-se que os túmulos mal

conservados durante a época das chuvas são inundados e posteriormente estas águas pluviais infiltram-se no solo e atingem o lençol freático.

Outra irregularidade comumente encontrada são os túmulos invadidos por raízes de árvores. Este fato é causado pela presença de espécies erroneamente escolhidas para se situarem no interior dos cemitérios, ou pela proximidade das árvores com as sepulturas, como ilustra a Figura 4.

FIGURA 4 - Túmulos quebrado pelas raízes presentes no cemitério A



Fonte: A Autora (2017).

A área norte é a área mais antiga do cemitério, onde se encontra pouca diversidade de espécies arbóreas. Nesta parte mais antiga, há predominância da árvore sibipiruna (*Poincianella pluviosa*). As espécies oiti (*Licania tomentosa*) e murta (*Murraya paniculata*) são predominantes na área mais recente. As Figuras 5 e 6 mostram a área mais antiga e a área mais recente do cemitério A, respectivamente.

FIGURA 5 – Área antiga: Predominância de Sibipiruna



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 6 – Área recente: Predominância de oitis e murtas



Fonte: A Autora (2017).

Outro ponto observado são túmulos construídos nas ruas do cemitério, dificultando a circulação de visitantes, especialmente aqueles que necessitam de condições especiais de locomoção.

Segundo o administrador do cemitério A, em janeiro de 2011 o mesmo encerrou seu espaço útil para aquisição de novos túmulos, continuando os sepultamentos apenas para túmulos já existentes.

4.1.2 Cemitério B

Considerado um cemitério parque, o Cemitério B não possui túmulos à vista e a sua área de sepultamentos é totalmente coberta por gramado. Possui estrutura tanto para sepultamentos, como para a realização de velórios, com uma estrutura ampla e moderna, que inclui cinco salas de velório, sala de descanso para familiares; cozinha e banheiros (ATHIA, 2016). Os cemitérios mais modernos optam por romper a imagem das necrópoles tradicionais, com jazigos e monumentos de mármore, substituindo-os por áreas mais arborizadas, buscando uma semelhança com parques e jardins.

De acordo com a Prefeitura Municipal, no ano de 2013 o cemitério B dispunha de 1.050 jazigos vazios, cada um com três gavetas disponíveis (PRESIDENTE PRUDENTE, 2013). A Figura 7 mostra como é realizada a construção dos túmulos no cemitério B.

FIGURA 7 - Construção dos túmulos no cemitério B

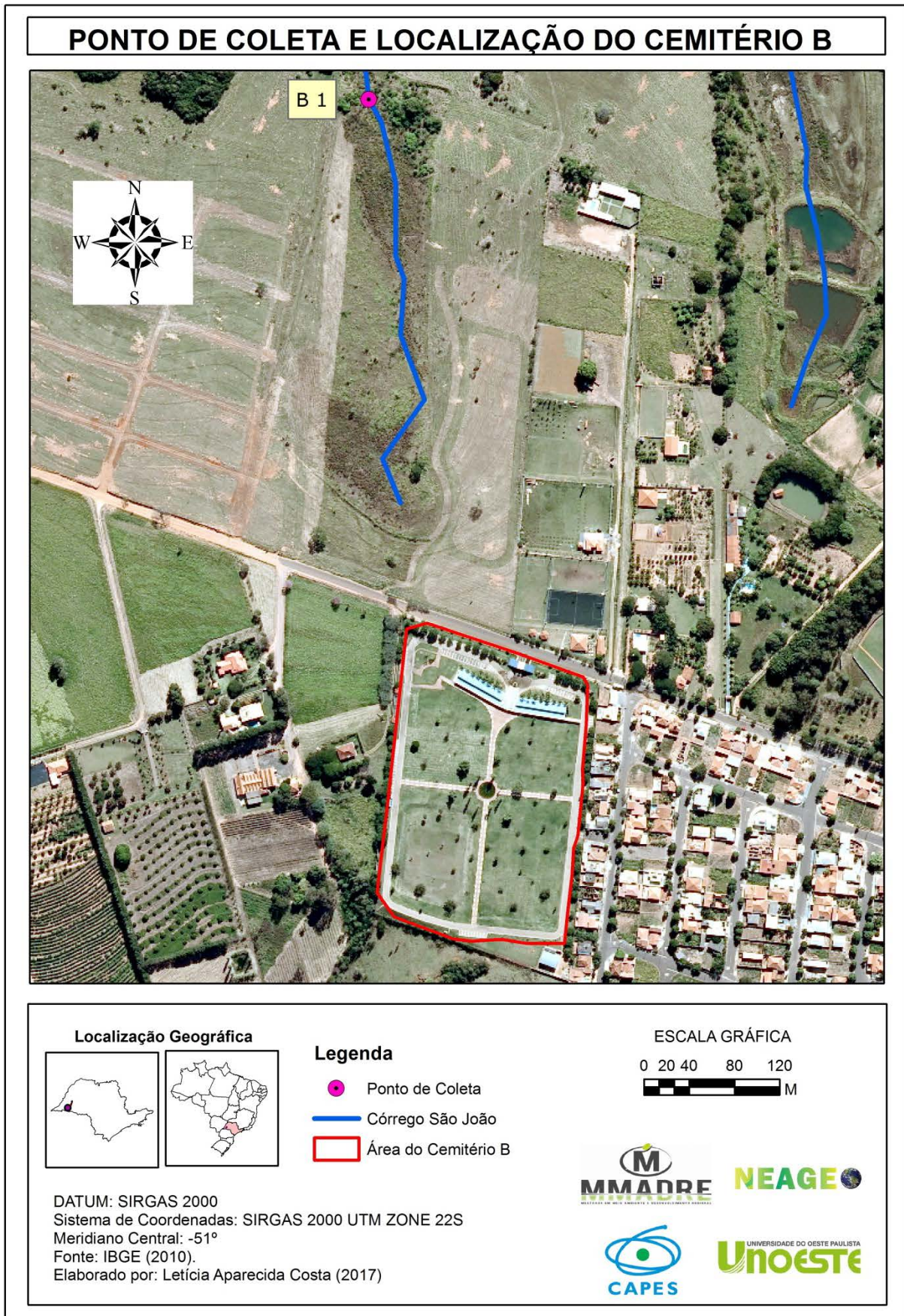


Fonte: A Autora (2017).

A Figura 8 apresenta a localização do cemitério B e o ponto de coleta de água para o estudo dos possíveis impactos gerados pelo cemitério. Atualmente está sendo realizado um processo de ampliação de sepulturas, para que o cemitério B tenha espaço para novos sepultamentos. Esse processo é importante, visto que no cemitério A não se comercializa mais túmulos.

O córrego São João tem nascentes próximas ao cemitério B, tem uma área cercada e com vegetação médio-alta, impossibilitando que a coleta fosse realizada mais próxima do cemitério. O cemitério B, por se tratar de um cemitério tipo parque, possui características arbóreas e de manutenção bem diferentes dos outros cemitérios em estudo. Este cemitério no início de suas atividades pertencia a uma empresa privada.

FIGURA 8 – Localização do cemitério B e pontos de coleta de água



Fonte: A Autora (2017).

A Figura 9 retrata o gramado do cemitério jardim B, onde os túmulos se localizam abaixo dessa grama. E a Figura 10 mostra a entrada do cemitério, com espécies arbóreas bem diferentes das encontradas nos demais cemitérios em estudo.

FIGURA 9 - Túmulos coberto por gramado



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 10 - Entrada do cemitério B



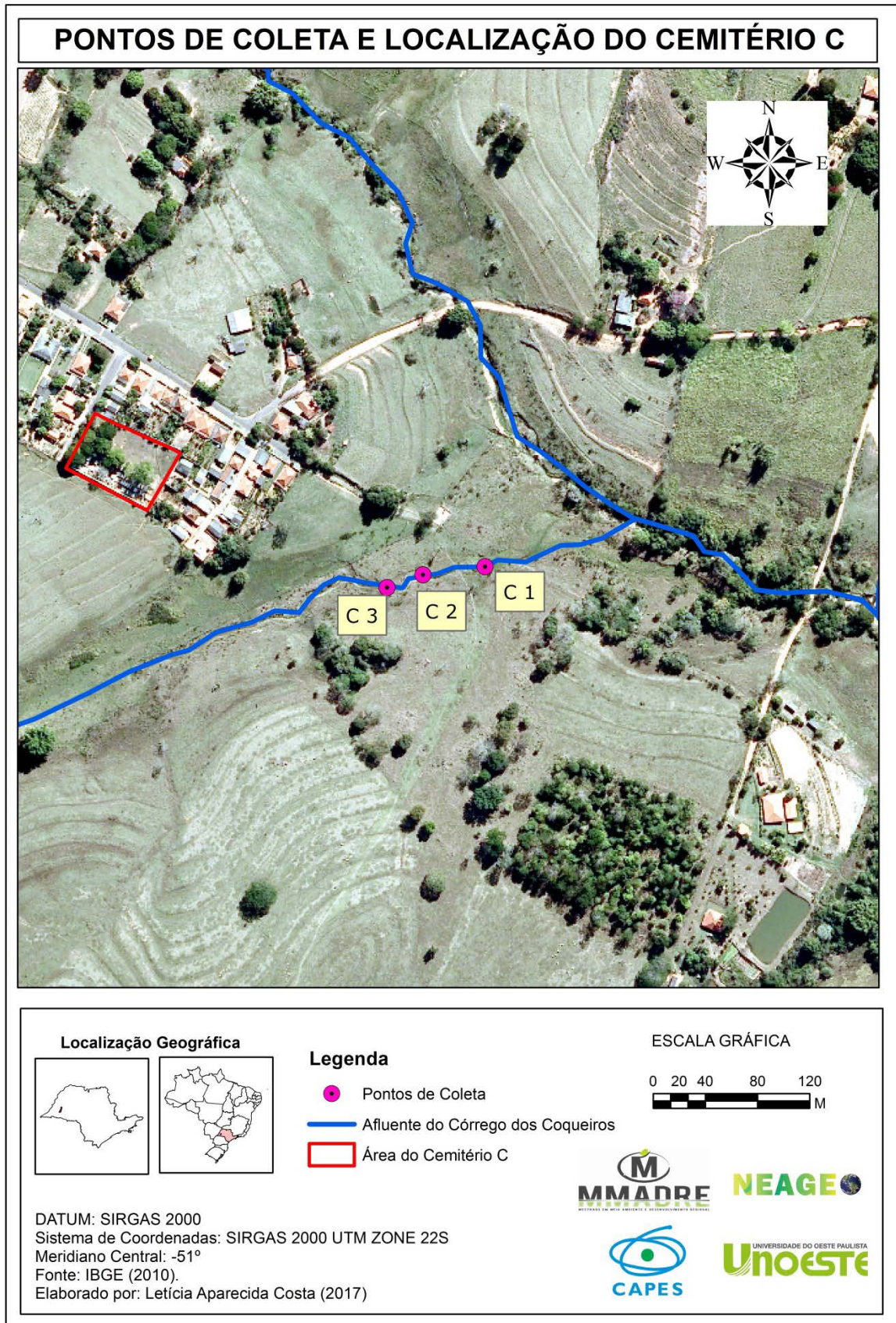
Fonte: A Autora (2017).

4.1.3 Cemitério C

O cemitério C se localiza no distrito de Montalvão, distante aproximadamente 10 Km da sede municipal. O distrito foi criado em 1939 e, de acordo com o censo do IBGE de 2010, possui cerca de 2.229 habitantes (IBGE, 2010). Para os distritos não foi realizada a estimativa populacional de 2016, como foi realizada para a cidade de Presidente Prudente. Na Figura 11 é possível visualizar a localização do cemitério C e os pontos de coleta de água para o estudo dos impactos ambientais.

As amostras foram coletadas no afluente do Córrego Coqueiros que está próximo de residências e é utilizado para dessedentação de animais.

FIGURA 11 - Localização do cemitério C e pontos de coleta de água



Fonte: A Autora (2017).

A Figura 12 mostra a disposição dos túmulos no cemitério C, a Figura 13 a falta de arborização ao redor do cemitério e a Figura 14 as espécies arbóreas que se concentram no corredor principal do cemitério.

FIGURA 12 – Disposição dos túmulos no cemitério C



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 13 - Falta de espécies arbóreas ao redor do cemitério C



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 14 - Árvores no corredor principal do cemitério C



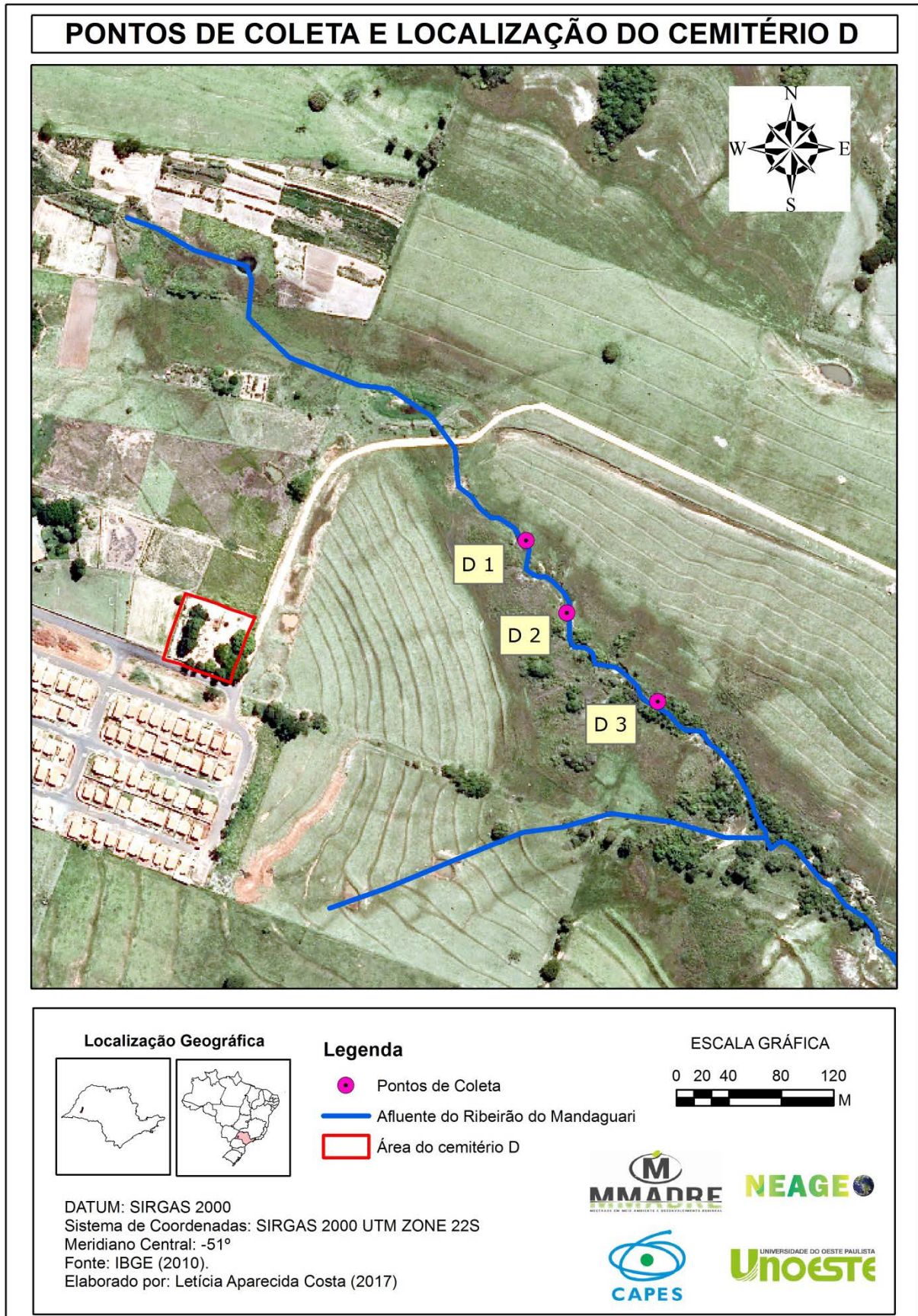
Fonte: A Autora (2017).

Observou-se que a maior parte dos túmulos se encontra em um bom estado de conservação, pois não apresentam rachaduras e estão bem fechados. O cemitério possui poucos jazigos, pois visa atender somente à população do distrito. A arborização é deficitária, visto que existem poucas árvores e arbustos, e estão mal distribuídas no terreno. As poucas árvores existentes se encontram próximas uma das outras, proporcionando uma grande área sem vegetação.

4.1.4 Cemitério D

Localizado no distrito mais antigo, Floresta do Sul. Este foi fundado em 1918, com quase a mesma idade de Presidente Prudente e possui cerca de 1.392 habitantes (IBGE, 2010). A Figura 15 apresenta a localização do cemitério D e os pontos de coleta de água para a análise do impacto ambiental.

FIGURA 15 – Localização do cemitério D e pontos de coleta de água



Fonte: A Autora (2017).

No cemitério D, os túmulos são horizontais e também há sepultamento realizado diretamente ao solo. A Figura 16 mostra alguns túmulos sendo construídos para posterior utilização. A Figura 17 apresenta o sepultamento realizado diretamente no solo, uma prática que se repete em outros três cemitérios analisados. Esta prática potencializa a infiltração de contaminantes no solo, lençol freático, podendo atingir também as águas superficiais (PACHECO, 2000). Nesse cemitério uma extensa área ainda é destinada para esse tipo de sepultamento. O córrego onde foi coletada água para as análises é o Afluente do Ribeirão do Mandaguari, que possui em alguns pontos uma vegetação espessa. Ao seu redor existem algumas propriedades rurais e plantações de cana.

FIGURA 16 - Túmulos horizontais do cemitério D



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 17 - Sepultamento direto no solo no cemitério D



Fonte: A Autora (2017).

A Figura 18 exhibe alguns túmulos que foram construídos, mas ainda não receberam nenhum cadáver. Também é possível observar a precária arborização desse cemitério, no qual existem algumas espécies ao redor, mas não o suficiente para garantir uma melhor e maior biodiversidade. A vegetação se faz importante, pois ela minimiza o desconforto térmico, melhora o microclima da região e minimiza a temperatura local (SHINZATO, 2009).

FIGURA 18 - Túmulos e a arborização no cemitério D

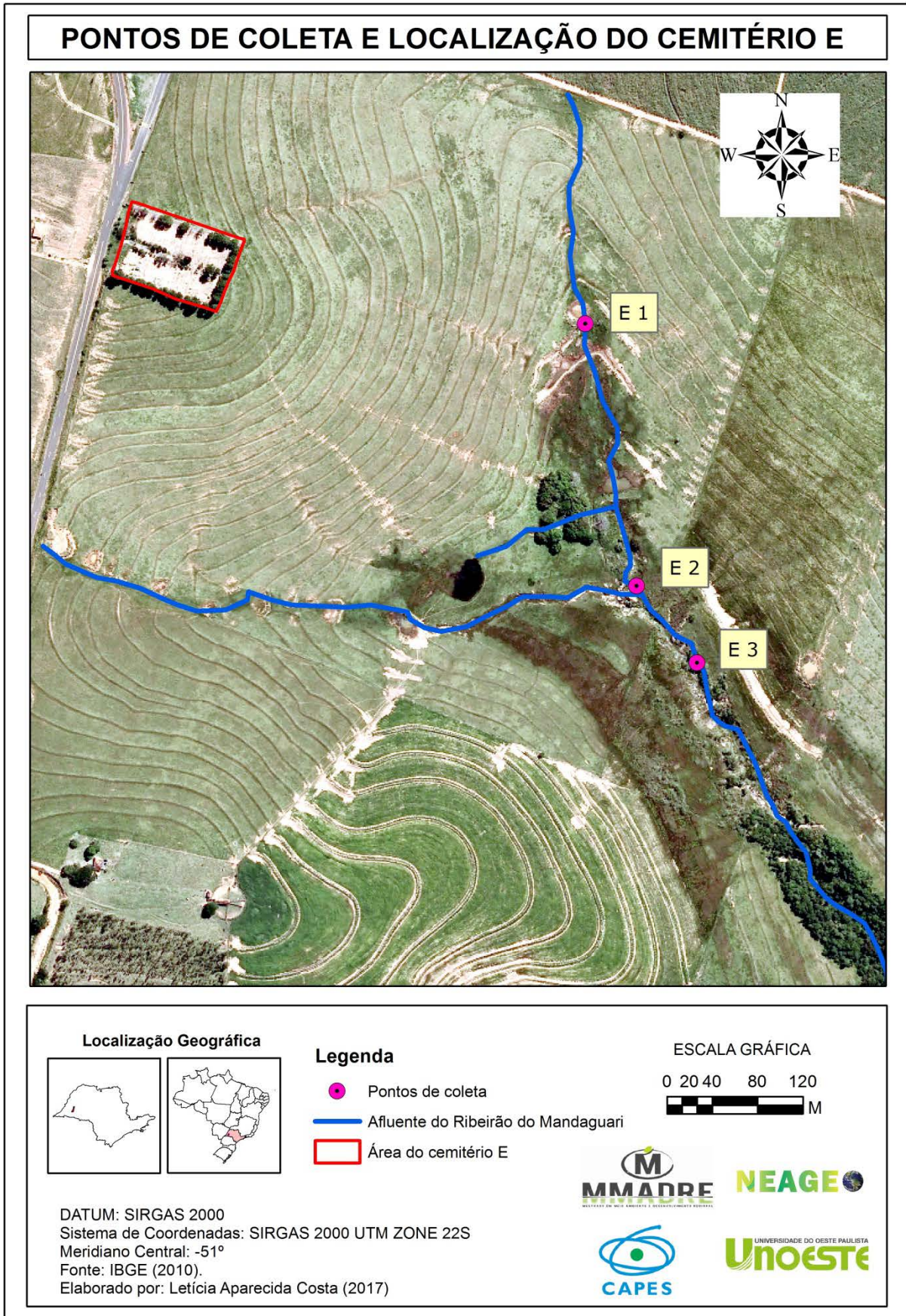


Fonte: A Autora (2017).

4.1.5 Cemitério E

O distrito de Eneida foi fundado em 1937, com o nome de Santa Helena. Possui 675 habitantes e abriga o único cartório de registro civil fora da área urbana principal de Presidente Prudente. Este cartório atende os distritos de Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis. A Figura 19 apresenta a localização e os pontos de coleta de água do cemitério E.

FIGURA 19 – Localização do cemitério e pontos de coleta de água



Fonte: A Autora (2017).

No cemitério E, é possível identificar túmulos sendo invadidos por espécies arbóreas e sem nenhum tipo de manutenção. Os túmulos se deterioram e há a facilidade para a infiltração e/ou acúmulo da água da chuva. Essa realidade é percebida em muitos túmulos do cemitério E, gerando uma preocupação com o estado ambiental desse empreendimento, pois embora a degradação do cadáver já tenha cessado, há um risco ambiental por doenças de veiculação hídrica, como a dengue, e a contaminação por materiais metálicos dos caixões (MATOS, 2001). Na Figura 20 é possível visualizar um túmulo sem manutenção.

FIGURA 20 - Túmulo sem manutenção no cemitério E



Fonte: A Autora (2017).

Na Figura 21 é possível observar uma extensa área destinada aos sepultamentos diretos no solo, como já foi observado nos cemitérios C e D. Esse tipo de atividade pode resultar em uma contaminação ainda maior devido ao contato direto com o solo, pois facilita que o necrochorume, gerado pela decomposição dos corpos humanos e que apresenta uma carga poluidora elevada, atinja e contamine o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (KEMERICH et al., 2014).

A Figura 22 apresenta a imagem do cemitério E e é possível constatar que existe pouca quantidade de vegetação no cemitério. Ao seu redor foi construída uma cerca viva, de acordo com a determinação da legislação CONAMA 335/2003, (BRASIL, 2003), porém a área não compreende os 5 metros de distância do muro do cemitério e as espécies presentes não são nativas.

FIGURA 21 – Extensa área de Sepultamento direto no solo no cemitério E



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 22 - Vegetação do cemitério E



Fonte: A Autora (2017).

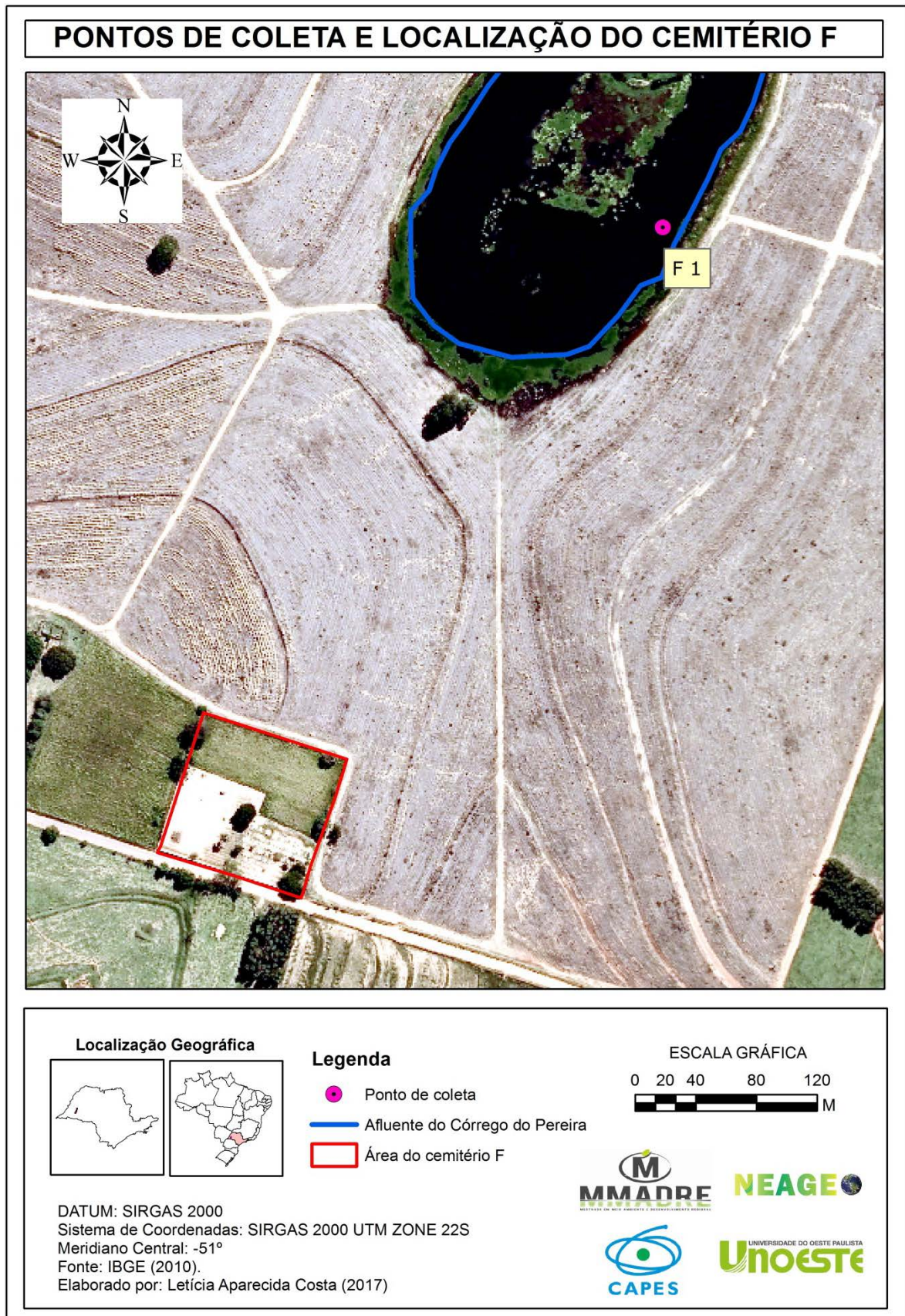
O córrego próximo do cemitério E também é um afluente do Ribeirão do Mandaguari. Em seu entorno é possível encontrar o uso intenso de dessedentação de animais e uma vasta plantação de cana (pertencente a uma usina de açúcar e álcool).

4.1.6 Cemitério F

Menor e mais distante distrito de Presidente Prudente, cerca de 40 km de distância, o distrito de Ameliópolis, conta com 561 habitantes (IBGE, 2010). Na década de 1940 ficou nacionalmente conhecida como o maior produtor de menta do Brasil. A Figura 23 apresenta a localização e os pontos de coleta de água do cemitério F.

O Afluente do Córrego do Pereira, onde foi realizada a coleta, também possui uma vasta plantação de cana em suas áreas adjacentes, e o corpo hídrico foi represado para sua utilização na agricultura. Ele também é utilizado para dessedentação de animais. A principal atividade econômica dos distritos que emprega alguns moradores é a Usina Alto Alegre de açúcar e álcool, mas a maioria necessita trabalhar e estudar na cidade de Presidente Prudente.

FIGURA 23 - Localização e ponto de coleta de água do cemitério F



Fonte: A Autora (2017).

As condições encontradas nesse cemitério podem ser consideradas as mais preocupantes em relação às condições de sepultamento quando comparado aos demais. A maioria da ocupação do cemitério se dá por sepultamentos realizados diretamente no solo. Pelas figuras 24 e 25 é possível perceber que há uma separação em duas áreas na ocupação do cemitério. É possível inferir que há uma separação social de classes, pois os túmulos são adquiridos pelas famílias que possuem maior poder aquisitivo. Já aquelas que não têm condições de pagar, enterram seus mortos de uma forma mais simples, e que impacta com maior magnitude o meio ambiente (PACHECO, 2000). Essas condições podem ser observadas nas Figuras 24 e 25.

FIGURA 24 - Vista da entrada do cemitério F



Fonte: A Autora (2017).

FIGURA 25 - Sepultamento direto no solo do cemitério F



Fonte: A Autora (2017).

4.2 Análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de água

De acordo com o levantamento das características observadas nos cemitérios em estudo, e considerando os possíveis impactos ambientais, realizaram-se análises físico-químicas e bacteriológicas nos corpos hídricos próximos aos cemitérios para verificar a ocorrência ou não de contaminação ao meio ambiente gerada pelos cemitérios em estudo.

Os resultados obtidos foram comparados com os valores definidos pela Resolução CONAMA, nº 357/05, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 (BRASIL, 2011), sendo os padrões estabelecidos para rios de classe 2. Como alguns parâmetros não existem na normatização feita pelo CONAMA, alguns resultados foram comparados também com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. De acordo com o Decreto nº 10.755 - de 22 de novembro de 1977 (São Paulo, 1977) e um estudo realizado pela CPTI (2014), os cursos d' água em Presidente Prudente e região são classificados em sua maioria como classe 2, excetuando-se o Córrego do Veado e Córrego do Limoeiro. Devido a essa definição, comparamos os resultados obtidos com as normas para rios de classe 2.

Os rios de classe 2, de acordo com a Resolução Conama 357/2005 (BRASIL, 2005), são aqueles responsáveis pelo provimento de água para consumo humano, após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques e jardins, campos de esporte e lazer, com os quais a população possa ter contato direto, aquicultura e atividade de pesca.

Nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estão descritos os parâmetros, os cemitérios e os valores de referência de acordo com a legislação. Em vermelho estão destacados os parâmetros que se encontram acima dos limites permitidos pelas resoluções.

TABELA 4 – Resultado das análises de água em 5 pontos do Córrego Ferreirinha – Cemitério A

Parâmetros	Ponto A1	Ponto A2	Ponto A3	Ponto A4	Ponto A5	CONAMA 357/05	Portaria 2914/11
Condutividade específica (µs)	254	273	319	386	428	-	-
Temperatura (°C)	20,7	21,2	21,1	21,9	22,6	-	-
Cor (mg Pt/L)	32	11	27	40	30	Até 75	Até 15
pH	7,47	6,23	6,38	7,34	7,87	6 -9	-
Cloretos (mg/L)	23,53	21,39	20,86	24,60	24,07	250	-
Cromo total (mg/L)	0,53	0,68	0,52	0,91	0,84	0,05	-
Ferro total (mg/L)	1,5	2,2	1,9	1,7	1,9	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,38	0,33	0,32	0,53	0,28	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	3,1	3,1	2,5	4,8	2,5	10	-
DBO (mg/L)	28	14	12	28	19	Até 5	-
DQO (mg/L)	25,4	15,4	17,4	39,4	39,4	-	-
Dureza total (mg/L)	79,05	94,86	102,30	152,52	142,29	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	5200	3600	3360	2880	4480	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	19200	14960	6600	5840	3640	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	14800	2200	2600	600	2300	-	500

Fonte: A Autora (2017).

TABELA 5 - Resultado das análises de água em 1 ponto do Córrego São João - Cemitério B

Parâmetros	Ponto B1	CONAMA 357/05	Portaria 2914/ 11
Condutividade específica (µs)	60	-	-
Temperatura (°C)	22,7	-	-
Cor (mg Pt/L)	<1	Até 75	Até 15
pH	6,79	6 -9	-
Cloretos (mg/L)	10,16	250	-
Cromo total (mg/L)	0,38	0,05	-
Ferro total (mg/L)	3,9	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,28	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	3.5	10	-
DBO (mg/L)	5	Até 5	-
DQO (mg/L)	25,4	-	-
Dureza total (mg/L)	27,90	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	120	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	Ausente	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	12 x 10 ⁶	-	500

Fonte: A Autora (2017).

TABELA 6 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Afluente do Córrego dos Coqueiros - Cemitério C

Parâmetros	Ponto C1	Ponto C2	Ponto C3	CONAMA 357/05	Portaria 2914/11
Condutividade específica (µs)	154	147	159	-	-
Temperatura (°C)	21,7	21,7	21	-	-
Cor (mg Pt/L)	57	126	162	Até 75	Até 15
pH	6,65	6,59	6,51	6 - 9	-
Cloretos (mg/L)	11,23	12,30	12,84	250	-
Cromo total (mg/L)	0,63	0,52	0,33	0,05	-
Ferro total (mg/L)	2,0	1,5	1,2	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,32	0,45	0,31	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	0,4	2,1	0,5	10	-
DBO (mg/L)	7	5	8	Até 5	-
DQO (mg/L)	9,4	21,4	23,4	-	-
Dureza total (mg/L)	105,09	91,14	98,58	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	3600	2000	2400	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	Ausente	200	160	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	200x10 ⁶	124 x 10 ⁶	184 x 10 ⁶	-	500

Fonte: A Autora (2017).

TABELA 7 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Córrego Afluente do Ribeirão do Mandaguari - Cemitério D

Parâmetros	Cemitério D1	Cemitério D2	Cemitério D3	CONAMA 357/2005	Portaria 2914/11
Condutividade específica (µs)	120	105	86	-	-
Temperatura (°C)	21,5	21,7	16,4	-	-
Cor (mg Pt/L)	<1	<1	<1	Até 75	Até 15
pH	7,6	8,56	9,05	6 -9	-
Cloretos (mg/L)	26,40	20,32	17,11	250	-
Cromo total (mg/L)	0,50	0,40	0,21	0,05	-
Ferro total (mg/L)	3,0	1,7	1,3	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,30	0,29	0,32	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	6,9	4,4	5,3	10	-
DBO (mg/L)	5	0	2	Até 5	-
DQO (mg/L)	1,4	35,4	1,4	-	-
Dureza total (mg/L)	71,61	55,80	43,71	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	2720	208	400	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	40	136	840	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	10x10 ⁵	Ausente	100	-	500

Fonte: A Autora (2017).

TABELA 8 - Resultado das análises de água em 3 pontos do Córrego Afluente do Ribeirão do Mandaguari - Cemitério E

Parâmetros	Cemitério E1	Cemitério E2	Cemitério E3	CONAMA 357/2005	Portaria 2914/11
Condutividade específica (µs)	270	324	333	-	-
Temperatura (°C)	19,8	20,4	20,9	-	-
Cor (mg Pt/L)	14	<1	<1	Até 75	Até 15
pH	6,6	6,7	7,2	6 -9	-
Cloretos (mg/L)	6,42	7,49	7,49	250	-
Cromo total (mg/L)	0,21	0,31	0,32	0,05	-
Ferro total (mg/L)	1,6	1,2	2,0	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,50	0,53	0,64	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	2,7	2,9	4,4	10	-
DBO (mg/L)	7	8	5	Até 5	-
DQO (mg/L)	39,4	15,4	1,4	-	-
Dureza total (mg/L)	17,67	14,88	13,02	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	1400	196	192	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	Ausente	1240	Ausente	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	95650	204 x 10 ⁶	20660	-	500

Fonte: A Autora (2017).

TABELA 9 - Resultado das análises de água em 1 ponto do Córrego do Pereira - Cemitério F

Parâmetros	Cemitério F	CONAMA 357/2005	Portaria 2914/11
Condutividade específica (µs)	396	-	-
Temperatura (°C)	19,7	-	-
Cor (mg Pt/L)	59	Até 75	Até 15
pH	6,46	6 -9	-
Cloretos (mg/L)	5,35	250	-
Cromo total (mg/L)	0,27	0,05	-
Ferro total (mg/L)	1,8	-	0, 3
Fosfato (mg/L)	0,41	0,025	-
Nitrogênio nitrato (mg/L)	2,8	10	-
DBO (mg/L)	9	Até 5	-
DQO (mg/L)	9,4	-	-
Dureza total (mg/L)	27,90	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	2280	-	Ausente
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	680	1000	Ausente
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	221x 10 ⁶	-	500

Fonte: A Autora (2017).

Os parâmetros analisados nas amostras de água são importantes para se verificar a qualidade da água em torno dos cemitérios. De acordo com Braga et al (2005), na natureza não existe água pura, a não ser as moléculas de água presentes na atmosfera na forma de vapor. De modo que, por ser um excelente solvente, diversos poluentes são incorporados à água. Por isso a necessidade de indicadores físicos, químicos e biológicos para caracterizar a sua qualidade.

Condutividade Específica

De acordo com Macedo (2004), esse parâmetro pode variar bastante nas águas superficiais e subterrâneas. E a condutividade é um processo bem sensível para a medição de concentrações iônicas (MACEDO, 2003), que podem ter diferentes origens.

Os componentes provenientes do necrochorume têm, de acordo com Matos (2001), a capacidade de se espalhar por alguns metros de distância. Esses valores da condutividade específica tem uma relação direta com as substâncias presentes no necrochorume, pois segundo Matos (2001), ele possui uma alta carga de sais, e o aumento dos sais em água provoca o aumento da condutividade.

Os resultados obtidos mostraram que todos os pontos do cemitério A estão acima de 250 μs , ao passo que no cemitério B o valor encontrado foi de 60 μs . No cemitério C os valores ficaram em torno de 150 μs , no D em torno de 100 μs . Os valores no cemitério E e F foram altos, variando de 270 μs a 396 μs .

Ao realizar a comparação com os pontos de coleta, podemos observar que no cemitério A os valores da condutividade aumentaram gradativamente conforme o curso do rio. No cemitério C, os valores se mantiveram próximos e não houve um aumento gradativo. No cemitério D houve uma diminuição da condutividade conforme o curso do rio. Já no cemitério E eles aumentaram gradativamente. Nos cemitérios B e F foi realizada apenas uma coleta, impossibilitando uma comparação. Não é possível determinar se os valores para condutividade estão dentro do padrão para rios de classe 2, pois a atual resolução não contempla limites para esse parâmetro em corpos d'água.

Todavia, é possível encontrar na literatura indícios de associação entre a presença de cemitérios e níveis elevados de condutividade específica. Estudos de Almeida e Macedo (2005) em cinco cemitérios na cidade de Juiz de Fora – MG,

constatarem valores altos para a condutividade, como no cemitério Morro da Glória que em um ponto foi detectado 402 μs . World Health Organization (1998) evidenciou o aumento da condutividade e sais minerais nas águas subterrâneas no cemitério Botany na Austrália. Espindula (2004) constatou em cemitérios da Várzea na cidade do Recife, que as águas próximas às áreas dos sepultamentos recentes apresentaram condutividade elétrica elevada, os dados mostram que a condutividade elétrica alcançou valores superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tanto no interior do cemitério como na área externa do mesmo.

Temperatura

Pode-se observar que nos córregos próximos aos cemitérios a temperatura das amostras de água foi em torno de 20°C, mantendo um padrão em todos os cemitérios e em todas as amostras coletadas. As Resoluções Conama (357/2005 e 430/2011) (BRASIL, 2011) não contemplam limites para esse parâmetro. A análise da temperatura é importante, pois influencia nos processos biológicos, solubilidade de gases, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e em outros processos.

Cor

Os resultados evidenciaram que a cor da água das amostras dos cemitérios A, B, D, E e F está dentro da normalidade, conforme a Resolução Conama 357/2005 (BRASIL, 2005), em que o máximo permitido é 75 mg Pt/L para rios de classe 2. O cemitério C possui dois pontos com valores acima do limite permitido. Conforme Braga et al (2007), a cor é uma característica derivada da existência de substâncias em solução. Macedo (2004) define que a cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. As águas superficiais geralmente têm cor mais intensa do que as subterrâneas. A cor pode indicar a presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais (BRAGA et al, 2007).

Conforme explicita a literatura consultada acerca desse item, nota-se que diversos fatores podem influenciar a alteração da cor, e no caso do cemitério C,

podem estar relacionados com a decomposição de cadáveres devido à proximidade do cemitério e/ou animais que circulam próximo ao corpo hídrico.

pH

Nos cemitérios A, B, C, E e F os resultados para pH estiveram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005. No cemitério D houve uma variação, onde o ponto 2 se aproximou do limite e o ponto 3 está acima do aceitável. O pH representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , e quando ele não está dentro dos padrões (6 a 9), a vida aquática fica prejudicada (MOTA, 2010). Ademais, alterações nos valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados (ANA, 2016).

Cloretos

Nas análises de cloretos, todas as amostras apresentaram valores abaixo dos valores de referência. Conforme Mota (2010), os cloretos comumente provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

Cromo total

Os resultados da análise de cromo de todas as amostras apresentaram valores acima dos valores fixados pela legislação. Sendo assim, as amostras dos seis cemitérios em estudo não se enquadram nos valores permitidos para rios de classe 2. O cromo é um elemento traço essencial, mas também tóxico para o ser humano. Este elemento químico se encontra naturalmente no solo, na poeira e nos gases de vulcões, bem como em diversos elementos metálicos feitos pela indústria. O excesso de cromo pode ocasionar câncer, doenças respiratórias, ulcerações na pele, entre outras doenças (GIANNETTI et al.2001). O cromo é um material muito utilizado na composição das tintas e vernizes dos caixões, sendo assim, pode-se atribuir os altos valores de cromo à deterioração dos caixões. Estudos realizados por

Migliorini (1994), no cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo, constataram que metais como manganês, cromo, ferro, prata e alumínio apresentavam níveis acima dos valores máximos permissíveis. Estes metais, segundo o autor, se originam provavelmente das tintas, vernizes e guarnições dos caixões. Kemerich, et al. (2014) afirma que o cromo, titânio, cádmio, ferro, manganês, mercúrio, níquel, entre outros são lixiviados das urnas mortuárias.

Ferro total

A Resolução Conama (357/2005 e 430/2011) não estabelece limite para ferro em águas superficiais de classe 2, portanto comparou-se com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água. Os resultados para análise de ferro de todas as amostras dos cemitérios estiveram acima dos valores de referência. O valor permitido segundo a Portaria é de 0,3 mg/L e os valores encontrados em todas as amostras estiveram acima deste valor (cemitério A: 1,5/2,2/1,9/1,7/1,9; cemitério B: 3,9; cemitério C: 2,0/1,5/1,2; cemitério D: 3,0/1,7/1,3; cemitério E: 1,6/1,2/2,0; e cemitério F: 1,8), representando uma alta contaminação das águas superficiais por ferro.

O ferro, na maioria das vezes, está associado ao manganês, e confere à água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva (MACÊDO, 2004). Pode originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais. As águas ferruginosas beneficiam o desenvolvimento de ferrobactérias, provocando maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações (MOTA, 2010).

O ferro é considerado um metal pesado, pode ser proveniente de adereços dos caixões e acaba se incorporando ao necrochorume (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009). Assim como o cromo, o ferro é um dos principais parâmetros que sugerem que o necrochorume pode estar contaminando as águas da região do cemitério. De acordo com estudo realizado por Espindula (2004), as águas próximas às áreas dos sepultamentos recentes apresentaram alguns metais como ferro, manganês e chumbo acima do recomendado pela legislação. Mas salienta-se que o solo do município de Presidente Prudente, de acordo com o estudo realizado por Fushimi e Nunes (2012), tem uma predominância de Argissolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos, expressando que naturalmente altos níveis de

ferro são encontrados no solo e podem ser carregados para os corpos hídricos através da lixiviação. Portanto, não se pode afirmar que os altos níveis de ferro são oriundos estritamente do necrochorume.

Fosfato

Os resultados das análises de fosfato para todas as amostras estão com valores acima dos permitidos para corpos d' água de classe 2 (BRASIL, 2005). O fósforo se apresenta na água de diferentes formas e é um elemento indispensável ao crescimento de algas, porém em grandes quantidades pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também o nutriente essencial para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (MACEDO, 2004). O aumento do fosfato sugere uma possível relação com a contaminação por necrochorume e com o cultivo da cana-de-açúcar nas adjacências dos cemitérios, por isso os valores podem ter sofrido esse aumento.

De acordo com Fineza (2008), o fosfato provém de atividades antropogênicas, como esgotos sanitários, dejetos de animais, detergentes, fertilizantes, pesticidas. As elevadas concentrações podem ser influência do necrochorume.

Nitrogênio nitrato

Os resultados das análises de nitrogênio demonstraram que todas as amostras de água coletadas no entorno dos cemitérios A, B, C, D, E e F estão dentro dos valores de referência de acordo com a legislação (BRASIL, 2005) . O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar eutrofização. A ingestão de água com alto teor de nitrato pode causar metemoglobinemia (ALABURDA, NISHIHARA, 1998). A concentração aumentada da metemoglobina no sangue decorre de alterações congênitas e de exposição a agentes químicos diversos, resultando em quadro com múltiplos diagnósticos diferenciais, que se não tratado pode levar ao óbito. A meta-hemoglobina é uma forma de hemoglobina que não se liga ao oxigênio. Quando sua

concentração é elevada nas hemácias pode ocorrer uma anemia funcional e hipoxia em tecido (NASCIMENTO et al., 2008).

DBO

Os resultados das análises de DBO mostraram que este parâmetro está acima ou no limiar do valor de referência para rios de classe 2 para as análises dos corpos d'água próximos aos cemitérios A, B, C, D, E e F (BRASIL, 2005). No cemitério D, um dos resultados ficou no limite e dois abaixo dos valores. Esse parâmetro é um dos mais importantes e mais utilizados para determinar a qualidade da água, pois a ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandade de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (ANA, 2016). Segundo Mota (2010), a Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade necessária de oxigênio para a oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. A DBO é determinada observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20°C (MOTA, 2010).

Um possível fator que pode ter contribuído para a carga alta de DBO é o necrochorume, que é facilmente incorporado na água e contém um elevado número de substâncias orgânicas biodegradáveis (KEMERICH, et al., 2014). Outro fator que pode estar relacionado à DBO são os esgotos não tratados, que também podem contaminar os recursos hídricos. Vários distritos ainda não possuem o tratamento de esgoto e, nestes casos, o esgoto pode estar sendo descartado diretamente no córrego. No distrito do cemitério F, a coleta de esgoto está em fase de implantação. Os cemitérios E e F estão mais afastados da população, mas esses cemitérios possuem plantações de cana próximas, podendo contribuir para o aumento do valor da DBO (CETESB, 2013).

No estudo realizado por Fineza (2008), no cemitério de Tabuleiro – MG, encontraram-se valores para DBO como o ponto 5, em diversas baterias de análises (2ª bateria: 6, 3ª bateria:10), sendo que os resultados ficaram acima do permitido da legislação 357/2005 (BRASIL, 2005).

DQO

Nas resoluções sobre água superficial, não se determina os valores para DQO, mas ela é um parâmetro importante, pois avalia a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica biodegradável e não biodegradável, através de um agente químico (MOTA, 2010). Valores de DQO elevados indicam a presença de grande quantidade de matéria orgânica não biodegradável.

O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial, mas não existe nenhum tipo de indústria na região próxima aos cemitérios. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais (CETESB, 2009).

Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável é o efluente. Nos cemitérios analisados, apenas os resultados dos cemitérios A e F para DBO se aproximaram da DQO. Nos cemitérios B, C, D e E os resultados ficaram mais distantes. Pode-se atribuir esses valores elevados de DQO e distantes da DBO a contaminações provindas de áreas agrícolas com utilizações de agrotóxicos.

Dureza total

A dureza da água é caracterizada pela presença de sais de metais alcalino-terrosos, principalmente cálcio e magnésio (BRAGA et al, 2007). Em teores elevados, causa sabor desagradável, efeitos laxativos (MOTA, 2010) e podem causar incrustações em tubulações. Os resultados obtidos para todas as amostras analisadas em todos os cemitérios ficaram abaixo dos valores de referência de acordo com a legislação (BRASIL, 2005).

Coliformes totais

Os resultados obtidos para todas as amostras dos cemitérios em estudo estão acima dos valores de referência de acordo com a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011). Embora não tenha valor definido para corpos hídricos, a presença do grupo coliforme indica a contaminação das águas por fezes humana

e/ou animal. A quantificação de coliformes fecais nos recursos hídricos é um indicador não só da contaminação por fezes de origem humana e animal, mas também da possibilidade de coexistência de organismos patogênicos, podendo ser proveniente de contaminantes existentes no necrochorume (OOCITIES, 2015; MACEDO 2004). Espindula (2004) evidenciou em sua pesquisa “Caracterização bacteriológica e físicoquímica das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife” que os coliformes atingiram o valor máximo obtido pelo método (> 23 NMP/100ml) nas amostras dos poços de observação PO-01 e PO-03.)

Escherichia coli

A bactéria *E. coli* se mostrou ausente ou dentro do limite nos resultados dos cemitérios B, C, D e F. No cemitério E, em dois pontos o resultado foi ausente, e em um ponto foi acima do limite aceitável. Já no cemitério A todos os pontos coletados apresentaram valores acima da CONAMA 357/2005. De acordo com Macedo (2003), o único componente do grupo coliforme de origem exclusivamente fecal é a *E. coli*, de modo que elas atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente.

De acordo com a Funasa, no relatório final “Cemitérios como Fonte Potencial de Contaminação das Águas Subterrâneas Região de Cuiabá e Várzea Grande (MT)”, uma eventual presença de *Escherichia coli* pode estar associada à decomposição de corpos recém-enterrados. Isso pode ser aplicado nesse trabalho, onde no cemitério A, que sepulta em torno de 3 cadáveres por dia, pode estar contaminando o córrego Ferreirinha. Já nos cemitérios que possuem baixa quantidade de sepultamentos, os valores para *Escherichia coli* estiveram de acordo com o limite permitido.

Bactérias heterotróficas

Os resultados das análises de todos os cemitérios apresentaram valores acima dos limites aceitáveis para a quantificação de bactérias heterotróficas, de acordo com a Portaria 2914/2011(BRASIL, 2011), indicando uma contaminação

desse recurso hídrico. O controle dessa população bacteriana é de essencial acuidade, visto que densidades elevadas de microrganismos na água podem definir a deterioração de sua qualidade. Além disso, podem proporcionar risco à saúde dos consumidores, pois podem atuar como patógenos oportunistas (MACEDO, 2003).

Embora seja praticamente impossível a determinação de todas as bactérias presentes em uma amostra de água, a determinação da densidade de bactérias heterotróficas é de fundamental importância, seja em água bruta ou tratada (MACEDO, 2003). Os resultados acima dos valores aceitáveis para as bactérias heterotróficas demonstram que os locais estudados possuem uma carga excessiva de matéria orgânica, resultado confirmado também pelos valores de DQO. É um indicativo da possível contaminação por necrochorume, uma vez que este tipo de bactéria se prolifera facilmente em meio de matéria orgânica. Em estudo desenvolvido por Espindula (2004), no cemitério da Várzea-Recife, analisaram-se poços no interior e fora do cemitério, e os resultados alterados foram constatados nos poços do interior do cemitério. Em sua conclusão, o autor evidencia a indicação de contaminação originária do cemitério. Matos (2001) também analisou poços no interior do cemitério Vila Nova Cachoeirinha-SP e obteve os mesmos resultados. Os estudos mostram a existência de números elevados de bactérias heterotróficas em cemitérios.

4.3 Análise da vegetação dos cemitérios

Realizou-se um censo para caracterizar as espécies arbóreas dos cemitérios em estudo. Na Tabela 10 está descrita a quantidade de espécies arbóreas encontrada em cada cemitério em estudo e algumas informações dessas espécies.

TABELA 10 - Espécies arbóreas dos cemitérios

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum hybridum</i>	Amarílis	E	0	0	0	0	1	0
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju-manso	N	0	0	4	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	E	2	0	2	4	1	0
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Aroeira-salsa	ER	1	0	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	N	1	0	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Allamanda puberula</i> A. DC.	Alamanda-do-sertão	ER	0	5	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	N	4	0	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	Jasmim-manga	E	2	0	0	0	0	2
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Leiteira	N	0	3	0	1	0	15
Apocynaceae	<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) k. Schum	Chapéu-de-napoleão	ER	18	0	0	0	0	0
Araliaceae	<i>Polyscias scutellaria</i> (Burm. f.) Forberg	Arália-redonda	ER	1	0	0	0	0	0
Arecaceae	<i>Bactris raphidacantha</i> Wess. Boer	Marajá	ER	1	13	0	0	0	0

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Areceaceae	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira-anã	E	1	0	0	0	0	0
Areceaceae	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook	Palmeira-imperial	E	2	24	0	0	0	0
Areceaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (mart.) becc	Gueroba	N	0	0	0	0	0	3
Areceaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	N	4	2	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pata-de-elefante	E	0	1	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Dracaena fragrans</i> 'Massangeana'	Dracena	E	0	1	2	0	1	0
Asparagaceae	<i>Furcreia foedita</i> (L.) Haw.	Gravatá-açu	E	1	17	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	N	0	9	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	N	28	9	1	0	0	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-do-cerrado	N	0	0	0	0	8	1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	Espatódea	E	0	0	0	0	0	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	N	0	10	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim	E	15	20	0	0	0	2
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottsb. & J. S. Mill.	Guajuvira	N	0	0	0	1	0	0
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	N	0	2	0	2	0	0
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oiti	N	68	0	0	0	22	0
Cucurbitaceae	<i>Mormadica charantia</i> L.	Melãozinho	N	0	0	1	1	0	0
Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i> L.	Árvore-da-vida-chinesa	ER	27	0	0	0	0	0
Cycadaceae	<i>Cycas circinalis</i> L.	Palmeira-samambaia	ER	6	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) A. Juss.	Cróton	E	1	0	0	0	0	3
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	ER	0	0	0	7	0	0
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.)	Angico-branco	N	26	0	0	0	0	2

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp.	Pata-de-vaca	E	0	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp	Feijão Guandu	E	0	0	0	0	0	74
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i> L.	Cássia-imperial	ER	0	0	0	1	0	0
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	N	0	80	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim-de-campinas	N	3	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-cerrado	N	0	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) R. de Wit	Leucena	ER	39	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Pau-ferro	ER	0	4	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Sábia	N	0	100	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Amendoim-do-campo	N	5	0	0	0	0	2
Fabaceae	<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P. Queiroz	Sibipiruna	N	195	0	13	4	1	1
Fabaceae	<i>Pterogyne nintens</i> Tul.	Amendoim-bravo	N	0	17	0	0	0	1

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Guapuruvu	N	1	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S. Irwin & R.C. Barneby	Cássia-de-sião	E	0	7	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Plectranthus barbatus</i>	Boldo	E	0	0	0	0	0	0
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canelinha	N	0	0	0	1	0	0
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	E	0	0	1	0	1	0
Liliaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i> var <i>laurentii</i>	Espada-de-são-jorge	E	0	0	0	3	1	0
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Julieta	ER	2	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Paineira	N	0	0	0	0	1	0
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	ER	31	0	0	0	0	0
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Monguba	N	24	0	0	0	6	0
Melastomaceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Quaresmeira	N	0	2	0	0	1	0
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-benjamina	ER	2	0	0	0	0	0

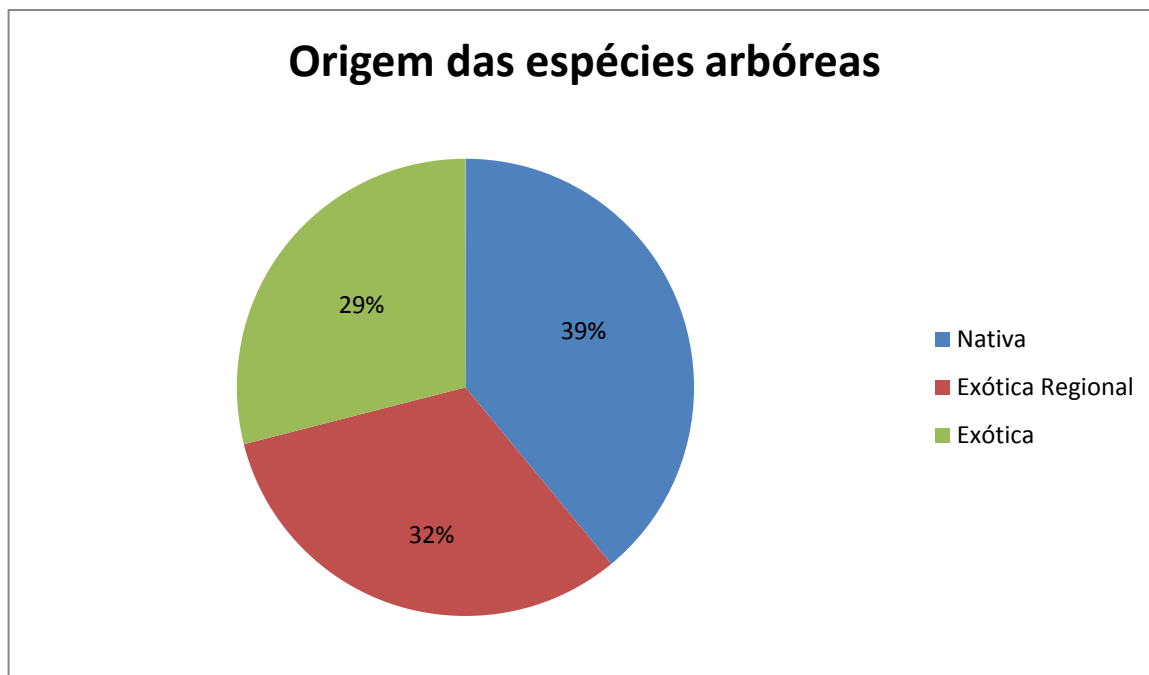
FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Moraceae	<i>Ficus dendrocida</i> H.B.K.	Mata-pau	E	1	0	0	0	3	0
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Guapuruvu	N	1	0	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira	N	0	4	1	1	1	2
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	Jambolão-vermelho	ER	1	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Alfeneiro	ER	1	0	0	0	0	0
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg	Maracujá-azedo	E	1	1	0	0	0	0
Polygonaceae	<i>Triplaris caracasana</i> Cham.	Pau-formiga	ER	2	0	0	0	0	0
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex. R. Br.	Grevilha	E	9	7	0	5	50	0
Rosaceae	<i>Musa X paradisiaca</i> L.	Banana	ER	0	0	12	4	0	0
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> blanco	Pocã	E	0	0	2	0	0	0
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Limão	ER	0	0	1	0	0	0
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.	Dama-da-noite	N	178	4	0	4	1	0

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	ORIGEM	Número de indivíduos					
				Cem. A	Cem. B	Cem. C	Cem. D	Cem. E	Cem. F
Sapindaceae	<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	Árvore-da-china	ER	4	0	0	0	0	0
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	Embaúba	N	0	6	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. ex Sm.	Árvore-boca-de-leão	E	5	0	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L. 'Gold Mound'	Pingo-de-ouro	ER	20	19	0	0	0	0
Não Identificada 1	Não Identificada 1			0	10	1	0	0	0
Não Identificada 2	Não Identificada 2			0	0	0	1	0	0
Não identificada 3	Não Identificada 3			1	0	0	0	0	0
Não Identificada 4	Não Identificada 5			3	0	0	0	0	0
Não Identificada 5	Não Identificada 6			1	0	0	0	0	0
Não Identificada 6	Não Identificada 7			1	0	0	0	0	0
Não identificada 7	Não identificada 7			0	6	0	0	0	0
Não Identificada 8	Não Identificada 8			0	5	0	0	0	0
Não identificada 9	Não identificada 9			0	1	0	0	0	0
Não identificada 10	Não identificada 10			0	3	0	0	0	0
Não identificada 11	Não identificada 11			0	4	0	0	0	0

Fonte: A Autora (2017).

Com o levantamento das espécies arbóreas foi possível identificar 76 espécies diferentes, que se dividem em Exóticas, Nativas e Exóticas Regionais, conforme mostra a Figura 26.

FIGURA 26 - Porcentagem da origem das espécies arbóreas

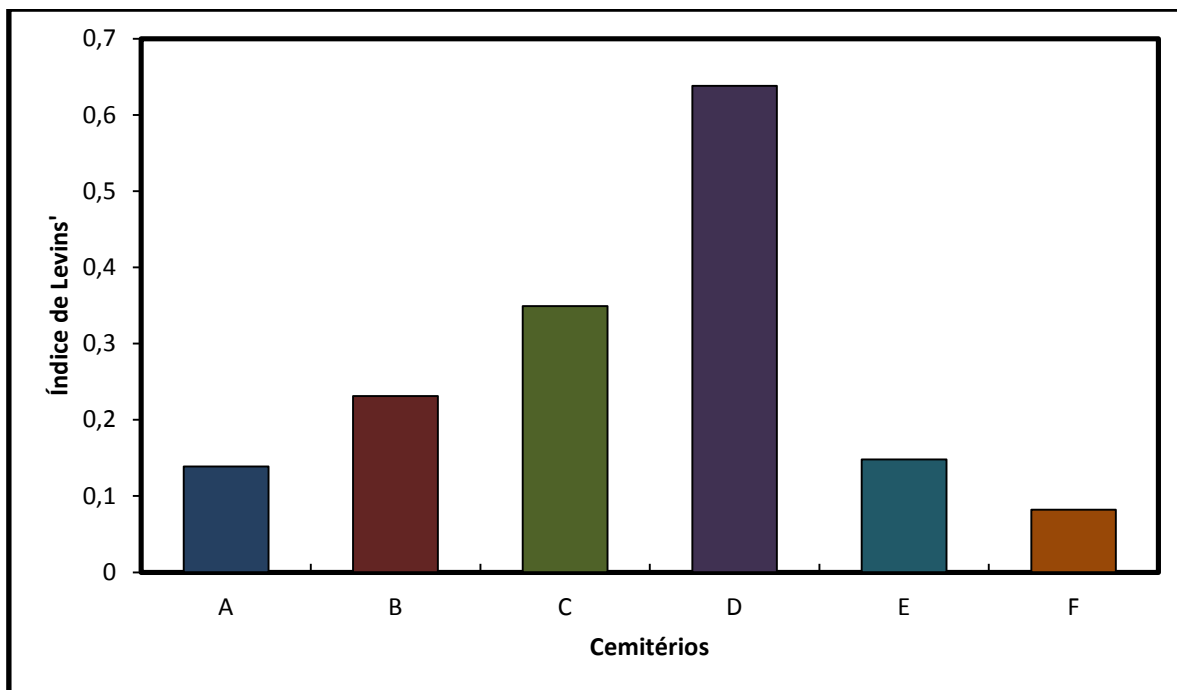


Fonte: A Autora (2017).

Esses valores nos mostram um distanciamento da Resolução CONAMA 335/2003 (BRASIL, 2003), que determina que as espécies arbóreas usadas no paisagismo devem ser preferencialmente nativas. Existem diversos benefícios de se ter espécies nativas, como a oferta de alimento para os animais nativos, menor incidência de pragas. Nas espécies nativas a relação entre os nutrientes disponíveis e os nutrientes necessários para a árvore é harmoniosa e isso incide na maior relação com as aves para reprodução e alimentação (EVANS; NEWSON; GASTON, 2009).

Para a concreta caracterização da diversidade dos cemitérios, foi realizado um cálculo através do índice de *Levin's* para identificar a diversidade das espécies arbóreas, conforme a Figura 27. O índice de *Levin's* objetiva demonstrar se as espécies plantadas em um local oferecem biodiversidade para o mesmo.

FIGURA 27 - Diversidade das espécies arbóreas

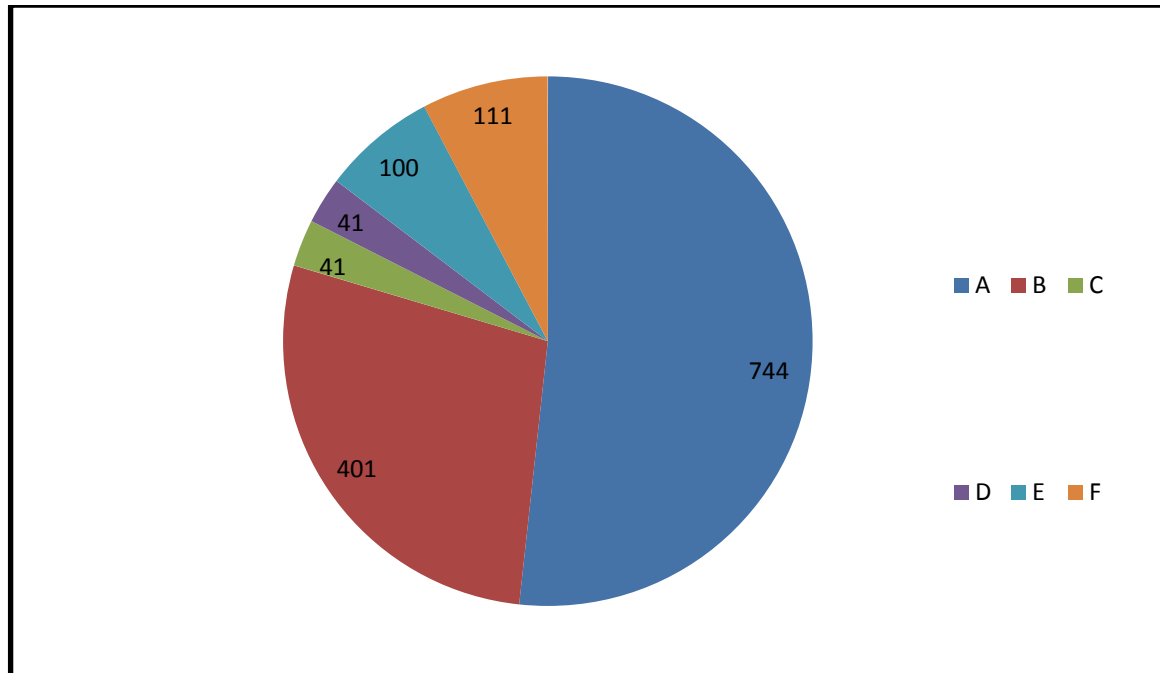


Fonte: A Autora (2017).

Com os resultados obtidos foi possível identificar que a diversidade de espécies arbóreas nos cemitérios estudados não é satisfatória para garantir uma biodiversidade adequada, pois o índice indica que quanto mais perto de 1, maior é a diversidade, e podemos perceber que o único cemitério que passou 0,5 foi o cemitério D. Os outros ficaram bem abaixo desse nível, com destaque para o cemitério F, apresentando índice igual a 0,08.

A biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes categorias biológicas quanto à abundância relativa (equitabilidade) dessas categorias (RODRIGUES, 2017). Destaca-se que o índice evidencia a equitabilidade de espécies, ou seja, refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies. Para se garantir um local diverso é necessário que existam várias espécies e indivíduos diferentes. Na Figura 28 podemos observar a quantidade de indivíduos catalogados nos cemitérios em estudo.

FIGURA 28 - Quantidade de indivíduos das espécies arbóreas



Fonte: A Autora (2017).

Em alguns cemitérios, como o A, foi levantada uma grande quantidade de indivíduos arbóreos ($n = 744$), mas com muitos indivíduos da mesma espécie, como no caso da Sibipiruna, totalizando 195 indivíduos. No cemitério F foi encontrada a terceira maior quantidade de indivíduos (111), mas, da mesma assim como no cemitério A, existem 74 indivíduos de uma única espécie. Portanto, a quantidade de espécies não reflete a biodiversidade, devido à homogeneidade ambiental gerada pela presença marcante de uma única espécie.

O cemitério que é considerado o mais biodiverso é o cemitério D, onde o total de 41 de indivíduos é dividido em 16 espécies, contendo cada espécie em média um ou dois indivíduos, refletindo, portanto, uma maior heterogeneidade ambiental.

Considera-se que, por mais que a diversidade dos cemitérios não esteja adequada, essas áreas são muito importantes como redutos de vegetação. No entorno dos cemitérios não foi encontrada nenhuma área que possua tantos indivíduos arbóreos. Com tantas transformações ambientais que ocorrem no meio ambiente, pesquisadores acreditam que, nos próximos 30 anos, cerca de 20% das espécies do mundo, algumas ainda desconhecidas, podem desaparecer (MYERS et al. 2000). Por isso, a implantação e manutenção de mais áreas verdes nos centros

urbanos, como parques e jardins, e a conscientização da população sobre a importância de proteger a biodiversidade, é fundamental para preservar a riqueza biológica que ainda temos (BARBOSA; GUIMARÃES, 2010).

4.4 Análise das aves dos cemitérios

Com o objetivo de verificar as condições ambientais dos cemitérios, o levantamento das aves foi um item escolhido para verificar se a biodiversidade animal está presente nesse ambiente. As aves são um elemento estimado de qualquer ecossistema natural. A presença de aves em um local é indício de que o ambiente é saudável e funcional. Tanto as aves, como outros animais da fauna silvestre, compõem parte da biografia e cultura da civilização (ROSA et al., 2010).

As aves exercem admiráveis funções nos ecossistemas e cooperam ativamente para o equilíbrio ambiental. Elas interagem com a vegetação, nos processos de polinização e dispersão de inúmeras plantas. Muitas espécies de aves se alimentam de invertebrados, neste sentido, agem controlando populações de insetos e outros pequenos animais, que poderiam tornar-se muito abundantes e de alguma forma desequilibrar o ambiente (SEKERCIOGLU, 2006).

Além disso, sua presença torna o espaço mais agradável para o ser humano, pois a população de maneira geral considera prazeroso e sente-se bem ao observar as aves, especialmente devido à grande abundância de cores que estas têm e aos sons que produzem que agradam olhos e ouvidos. Por meio da identificação nos cemitérios, foi possível catalogar as aves que estavam no ambiente e estão descritas na Tabela 11.

TABELA 11 - Aves presentes dos cemitérios

Cemitério	Família	Espécie de ave	Nome vulgar
A	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó
A	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta
A	Charadriidae	<i>Vanelus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero
A	Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pombão
A	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa
A	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	pomba-do-bando
A	Columbidae	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico
A	Cuculidae	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco
A	Falconidae	<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri
A	Falconidae	<i>Herpotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauã
A	Fringilidae	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim
A	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta
A	Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro
A	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo
A	Passeridae	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal
A	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão-maracanã
A	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo
A	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento
A	Thraupidae	<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha
A	Thraupidae	<i>Lanio cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico-rei
A	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro
A	Thraupidae	<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto
A	Thraupidae	<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho
A	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu
A	Trochilidae	<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura
A	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	curruíra
A	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
A	Tyrannidae	<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	peitica-de-chapéu-preto
A	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha

A	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri
A	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha
B	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta
B	Charadriidae	<i>Vanelus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero
B	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	pomba-do-bando
B	Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pombão
B	Columbidae	<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apago
B	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa
B	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto
B	Cuculidae	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco
B	Fringilidae	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim
B	Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro
B	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-pequena-de-casa
B	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta
B	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo
B	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão-maracanã
B	Psittacidae	<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei
B	Rhynchocyclidae	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio
B	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira
B	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro
B	Thraupidae	<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	sanhaçu-do-coqueiro
B	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento
B	Trochilidae	<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura
B	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	curruíra
B	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco
B	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri
B	Tyrannidae	<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleira
B	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
B	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela
B	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari
C	Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pombão
C	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	pomba-de-bando
C	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo
C	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-asa-

			amarela
C	Thraupidae	<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho
C	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento
C	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco
C	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
C	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa
D	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento
D	Psittacidae	<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim-de-asa-azul
D	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-asa-amarela
D	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-caldo-de-feijão
D	Columbidae	<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou
D	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco
D	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão-maracanã
D	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
E	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-asa-amarela
E	Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pombão
E	Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha
E	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó
E	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo
E	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento
E	Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	curruira
E	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro
E	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri
E	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero
E	Picidae	<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo
E	Trchilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho
F	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi
F	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei
F	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio
F	Psittacidae	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-asa-amarela
F	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó
F	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-co-campo

<i>Psittacara</i>			
F	Psittacidae	<i>leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão-maracanã
F	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero
F	Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro canário-da-terra-verdadeiro
F	Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	
F	Picidae	<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796)	pica-pau-branco
F	Columbidae	<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou
F	Falconidae	<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri

Fonte: A Autora (2017).

O grupo das aves é um dos mais estudados para fins de preservação ambiental, graças às suas várias adaptações e características únicas, como os hábitos alimentares (FIGUEIREDO, 2014).

As principais aves encontradas nos cemitérios são generalistas, como o pica pau, que são aves pouco exigentes, apresentam hábitos alimentares variados, altas taxas de crescimento e alto potencial de dispersão. Estes fatores permitem a estes animais viverem em áreas de vegetação mais aberta ou mata secundária. Os cemitérios são áreas que abrigam essas aves, pois não são áreas competitivas e as aves que ali se situam podem se alimentar e reproduzir. As aves generalistas recebem esse nome por causa do alto grau de tolerância e pela capacidade de aproveitar eficientemente diferentes recursos oferecidos pelo ambiente (FIGUEIREDO, 2014).

Um dos fatores que podem influenciar nas aves encontradas nos cemitérios são as árvores. Como a biodiversidade das espécies arbóreas é baixa, aves que necessitam de alimentos mais específicos e locais mais fechados para se reproduzir, não procuram essas áreas (SEKERCIOGLU et al. 2002).

Podemos notar que o cemitério A, por possuir uma maior quantidade de vegetação, consegue abrigar mais aves. Demonstrando que com uma arborização adequada, as aves buscam esses locais, propiciando benefícios ao meio ambiente. A Figura 29 mostra uma ave do cemitério C.

FIGURA 29 - Ave do cemitério C



Fonte: A Autora (2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade cemiterial, analisada nesse trabalho, evidencia que pode ocorrer contaminação nas águas superficiais oriunda dos cemitérios, impactando negativamente o meio ambiente, pois registraram-se alterações nos parâmetros analisados como DBO, cromo, ferro, fosfato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, *Escherichia coli*, em quase todos os cemitérios analisados, em comparação com as leis vigentes (CONAMA 335/2003, CONAMA 430/2011 e Portaria 2914/2011) que determinam sua qualidade para usos e potabilidade. As análises que mais refletem a possível contaminação por necrochorume são condutividade específica, DBO, coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas.

O levantamento das espécies arbóreas revela que a biodiversidade encontrada nos cemitérios não é satisfatória. A biodiversidade avalia a quantidade de espécies em relação à diversidade da mesma. Salienta-se que, mesmo com o índice de biodiversidade baixo, essas áreas são importantes para o município, pois em alguns cemitérios, como o A, existe uma grande quantidade de indivíduos arbóreos, atraindo assim aves para se alimentarem e reproduzirem nesses locais. A vegetação proporciona benefícios para a população, como minimização de poluentes, minimização de temperatura, benefício estético, e qualidade ambiental. A presença de aves começou a se tornar mais comum em áreas modificadas pelo homem e sua presença remete a um ambiente saudável e funcional. As aves servem como bioindicadores, demonstrando um ambiente equilibrado.

Os resultados mostram impactos ambientais gerados no cemitério A, principalmente relacionados aos parâmetros DBO, coliformes, cromo, ferro, fosfato, *Escherichia coli*, e bactérias heterotróficas. Destaca-se a proximidade de sepultamentos do curso hídrico, relacionando tal fator à possibilidade de contaminação das águas pela atividade cemiterial. Devido ao fato do curso hídrico localizar-se em área urbana, aponta-se a possibilidade de interferências de outras atividades que não a cemiterial.

O cemitério B se estiver seguindo realmente a forma adequada de operação e implantação de cemitérios-jardim, como a impermeabilização, prevista na resolução Conama 335/2003 (BRASIL, 2003), apresenta menor possibilidade de interferência do necrochorume na contaminação das águas superficiais pela atividade cemiterial, a despeito do ponto de coleta ter sido relativamente distante do

cemitério. Os parâmetros que superaram os valores de referência foram o cromo, ferro, fosfato, coliformes e bactérias heterotróficas, mas essas alterações podem estar relacionadas com as características do solo e outras fontes de contaminação (animais, esgotos), não apenas ao cemitério.

Os cemitérios C, D, E e F, por localizarem-se em áreas com menor fluxo de sepultamentos e os cursos hídricos localizarem-se em áreas consideravelmente distantes, dificulta que o necrochorume alcance as águas superficiais. Mas salienta-se que a forma de sepultamento diretamente no solo em covas rasas facilita a percolação dos contaminantes. O aumento na quantidade de sepultamentos pode propiciar contaminação dos recursos hídricos. Os valores que sofreram alterações nos distritos foram basicamente o cromo, ferro, fosfato, DBO, coliformes, e bactérias heterotróficas, que podem sofrer influência da atividade cemiterial, mas há possibilidade de que existam fontes externas de contaminação, como atividades agropecuárias e lançamento de esgoto.

Diante dos fatores analisados, recomenda-se em pesquisas futuras a realização de análises de solo, análises de águas subterrâneas e pontos de coleta mais próximos das áreas dos cemitérios, com a finalidade de comprovar a interferência direta de tal atividade, excluindo-se a possibilidade de interferência direta de outras fontes de contaminação. Recomenda-se a verificação de métodos que possibilitem a realização de parâmetros específicos relacionados à atividade cemiterial, tal como a putrescina e cadaverina.

Outra recomendação são as medidas mitigatórias para minimizar os problemas ambientais observados, como plantar espécies distintas nos cemitérios, para ampliar a diversidade e a quantidade de indivíduos; os cemitérios podem servir de reduto de vegetação e para isso é necessário um plano arbóreo; seguir a distância correta das espécies arbóreas do muro do cemitério previsto na CONAMA 335/2003; criação de um órgão responsável no município para centralizar e gerenciar todas as informações dos cemitérios; adequação dos túmulos para evitar contaminações ambientais e sanitárias; e incentivo à utilização de materiais biodegradáveis para o sepultamento.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, Janete; NISHIHARA, Linda. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160-165, 1998.

ALBERTIN, R. M. et al. Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 112-118, 2013.

ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. **SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL**, v. 1, 2005.

ALMEIDA, F. R. et al. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, p.19-26, 2006.

ALVEY, A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.5, n.4, p.195-201, 2006.

AMARAL, A. L. P. **Microrganismos indicadores de qualidade de água**. 2007. 37 p. Monografia (Pós-graduação em Microbiologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins Revista franco-brasileira de geografia**, n. 13, 2011.

ANA. **Indicadores de qualidade- índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn3> Acesso em: 17.set 2016.

AQUINO, J. R. F.; CRUZ, M. J. M. Os riscos ambientais do cemitério do Campo Santo, Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v.7, n.1, 2010.

ATHIA. **Parque da Paz**. Disponível em: <<http://www.athia.com.br/conteudo.php?idpagina=4>> Acesso em: 08. Jul. 2016.

BARBOSA, P. M; GUIMARÃES, L. N. Onde está a biodiversidade?. **Ciência para todos**, Belo Horizonte, 2010.

BARROS, Y.J. et al. Teores de metais pesados e caracterização mineralógica de solos do Cemitério Municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1763-1773, 2008.

BERGAMO, H. Os cemitérios: um problema de engenharia sanitária. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 4., 1954. São Paulo. **Anais...** São Paulo: AIES, 1954. p.333-339.

BERTACHI, M. H. **Estudos preliminares de contaminação de água por cemitérios**: estudo de caso de entorno do cemitério São Pedro-Londrina-PR. 2013.

62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

BOCCHESE; PELLIZZARO; BOCCHESE. Problemas ambientais decorrentes do cemitério municipal de Pato Branco-PR. **Geoambiente On-line**, n.9, p.01-1, 2007.

BRAGA, B. et al. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 4.ed. São Paulo: Escrituras, 2015.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Casa Civil. **Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 16 jun. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução n.º 402, de 17 de novembro de 2008**. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003.. Brasília, 18 nov. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=590>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 16 mai. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 12 set. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 237, de 19 de dezembro de 1997**. Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, 19 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, 28 mai. 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências., Brasília, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.º 368, de 28 de março de 2006**. Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe

sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.. Brasília, 29 mar. 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=488>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 12 dez. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 jun. 2016.

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

CASTRO, David Lopes de. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim, Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 26, n. 3, p. 251-271, 2008.

CETESB. **Norma Técnica - Implantação de Cemitérios**. L1.040. São Paulo, 1999.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2009. Apêndice A.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo, 2013. (Série Relatórios).

CHAYAMITI, I. **Qual a forma mais ecológica de morrer?** Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_480673.shtml>. Acesso em: 08 nov. 2016.

CLESCERI, L. S; GREENBERG, A. E; EATON, A. D; **Standard methods for the examination of water & wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

COSTA, L. A; ANTUNES, P. A; SILVA, P. A. A arborização do cemitério municipal São João Batista no município de Presidente Prudente – SP. **Colloquium Exactarum**, v. 7, n. esp., p. 33-40, 2015.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

CUNHA, F. S. J. et al. Avaliação da qualidade da água do aquífero livre na região do cemitério Bom Jesus dos Aflitos, Russas–CE, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15. 2008, Natal. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2008.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: Signus Editora, 2007.

CARDOSO, R. S.; AMORIM, M. C. de C. T. Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 28, p. 39-64, 2015.

SANTOS, A. G. da S.; MORAES, L. R. S.; NASCIMENTO, S. A. M. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do Cemitério do Campo Santo em Salvador/BA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 39-60, 2015.

ESPINDULA, C. J. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

EVANS, K. L.; NEWSON, S. E.; GASTON, K. J. Habitat influences on urban avian assemblages. **Ibis**, v. 151, n. 1, p. 19-39, 2009.

FÁVERO, F. **Medicina legal: Introdução ao estudo da medicina legal, identidade, traumatologia, infelizmente, tenatologia**. Rio de Janeiro: Villa Rica, 1991.

FINEZA, A. G. **Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de tabuleiro - MG**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2008.

FRANÇA, G. V. **Medicina Legal**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

FURTADO, Z. N. C; FURTADO, M. C.; CRESPI, R. S. F. Estudo prévio de viabilidade hidrogeoambiental face à vulnerabilidade do ambiente subterrâneo na implantação de um cemitério em Araçatuba-SP. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1., 2009. **Águas Subterrâneas**. São Paulo: [s.n.], 2009. Suplemento.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP: identificação e caracterização. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 45-58, 2012.

GIANNETTI, B. F. et al. Nosso cromo de cada dia: benefícios e riscos. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, v.6, p.55-58, 2001.

IBGE. **Cidades**: Presidente Prudente. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=354140>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

IBGE. **Sidra**. 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202#resultado>>. Acesso em 14 mai. 2017.

KEMERICH, P. D. da C. et al. Concentrações de metais em solo ocupado por cemitério - uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva – EDXRF. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, v.14, n.1., ed. esp., fev. 2014, p. 2875 – 2889.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Harper & Row, 1989.

LELI, I. T. et al. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Boletim de Geografia**, v.30, n.1, p.45-54, 2012.

LOPES, J. L. Cemitério e seus impactos ambientais: estudo de caso: Cemitério Municipal do Distrito de Catuçaba/SP. São Paulo: Centro Universitário Senac, [200-?]. Disponível em: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016_CAS_Cemiterio_ImapctosAmbientais.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2009a. v.2

LORENZI, H.. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2009b. v.3

LORENZI, H. et al. Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

MACEDO, J. A. B de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2.ed. Belo Horizonte: CRQ- MG, 2003.

MACEDO, J. **Águas e águas**. 2.ed. atual. rev. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004.

MARTIM, A. G.; SILVA, F. F; BÃCON, A. Aspectos do meio físico a serem observados para Implantação de Cemitérios Horizontais. **Agro@mbiente On-line**, v.2, n. 1, 2008.

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 (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MIGLIORINI, R. B. Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo. 1994. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MILARÉ, E. **Direito ambiental em evolução**. 5 ed. Curitiba: Juruá, 2007.

MIOTTO, S. L. **Aspectos geológico-geotécnicos da determinação da adequabilidade de áreas para a implantação de cemitérios**. 1990. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010.

MOUNT AUBURN CEMITERY. Disponível em: <<http://mountauburn.org>> Acesso em: 30 set. 2016.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, T. S. D. et al. Methemoglobinemia: from diagnosis to treatment. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 58, n. 6, p. 651-664, 2008.

NOGUEIRA, C. O. G.; COSTA JÚNIOR, J. E. V.; COIMBRA, L. A. B. Cemitérios e seus impactos Socioambientais no Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013.

OOCITIES. **Parâmetro de qualidade das águas**. 2015. Disponível em: <<http://www.oocities.org/wwwweibull/Param.htm>> Acesso em: 15. jul.2015.

OTTOMAN, F. **Créer ou aménager un cimetière: géologie, techniques, hygiène** Edição, Paris: Éditions du Moniteur, 1987.

PACHECO, A. **Meio ambiente e cemitérios**. São Paulo: Senac, 2012.

PACHECO, A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. **Revista do Sistema de Planejamento e de Administração Metropolitana**. São Paulo, v. 6, n. 17, p.25- 37, 1986.

PACHECO, A. **Cemitério e Meio Ambiente**. 120p. 2000. Tese (Livre Docência) Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2000.

PACHECO, A.; MENDES, J.M.B.; HASSUDA, S. O problema geoambiental da localização de cemitérios em meio urbano. CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 1988. **Anais...** São Paulo: [s.n.],1988. p. 207 – 215.

PRESIDENTE PRUDENTE. Prefeitura Municipal. **A cidade**. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/acidade.xhtml>>. Acesso em: 16 set. 2016.

PRESIDENTE PRUDENTE. Prefeitura Municipal. **Total de sepultamentos**. 2003 a 2013, 2015. Presidente Prudente, [2016?].

PRESIDENTE PRUDENTE. Prefeitura Municipal. **Cemitério Parque da Paz de Prudente completa dois meses de municipalização**. 2013. Disponível em:

<<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/noticias.xhtml?cod=24274>>. Acesso em: 08 nov. 2016.

REIS, J. J. **A morte é uma festa: ritos fúnebres e revolta popular no Brasil do século XIX**. 1. Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

RODRIGUES, W. C. **Ecologia Geral, riqueza e diversidade de espécies**. Disponível em: <<http://www.fernandosantiago.com.br/riqdiver.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2017.

ROSA, D. V. et al. Avifauna Urbana do Município de São Gabriel-RS. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2010. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2010. v. 2, n. 1.

SANTOS, A. S. Espaços cemiteriais e suas contribuições para a paisagem e meio ambiente urbanos. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 4, n. 6, p. 85-105, jun. 2013.

SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755 de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, 1977.

SEKERCIOGLU, C. H. Increasing awareness of avian ecological function. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 8, p. 464-471, 2006.

SEKERCIOGLU, C.H. et al. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 1, p. 263-267, 2002.

SHINZATO, P. **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**. 2009. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SIGRIST, T. **Guia de campo Avifauna Brasileira**. Vinhedo: Avis Brasilis, 2009.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios: fontes potenciais de contaminação. **Revista Ciência Hoje**, v.24, p.24-29, 2009.

SILVA, E. F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água de poços na Região Metropolitana de Recife-PE. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n.90/91, p.73-78, 2001.

SILVA, F. V. **Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

SILVA, R. W. da C. **Aplicação do método da eletrorresistividade na investigação e mapeamento da contaminação por cemitérios: o exemplo do cemitério da Vila Rezende, Piracicaba/SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 9, p.26-35, 2008.

SINCEP. **Cemitérios em SP produzem adubo orgânico e adotam 'enterro verde'**. 2013. Disponível em: <<http://www.sincep.com.br/porta1pt/arquivos/247>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

SOARES, J. B.; MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento**. [S.l.]: Edições UFC, 1999.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

SPONGBERG, A. L.; BECKS, P. M. Inorganic soil contamination from cemeteries leached. **Water Air Soil Poll.**, n.117, p. 313-327, 2000.

VANRELL, J. P. **Mecanismo da morte**. 2004. Disponível em: <<http://www.pericias-forenses.com.br/mecamorte.htm%3E%20>>. Acesso em: 23 de ago. 2015.

VARJABEDIAN, R. **Ambiente urbano e áreas verdes**. [S.l.]: Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Meio Ambiente. 2002.

VASS, A. A. Time since death determinations of human cadavers using soil solution. **Journal of Forensic Science**, v. 37, n. 5, p. 1236-1253, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The impact of cemeteries on the environment and public health: an Introductory briefing**. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 1998.