

## **AS NECRÓPOLES E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO DE CASO DO CEMITÉRIO SÃO LUCAS, PELOTAS/RS**

**Samanta Tolentino Ceconello<sup>1</sup>**

**Luana Nunes Centeno<sup>2</sup>**

**Tirzah Moreira Siqueira<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

Dentre as inúmeras atividades antrópicas causadoras de impacto ambiental, as necrópoles merecem uma atenção especial. Este trabalho objetivou avaliar os possíveis impactos ambientais decorrente da atividade de um cemitério localizado no município de Pelotas. Para isso, foi realizada inicialmente uma pesquisa exploratória de caráter descritivo, aplicações de questionários e entrevistas informais junto aos órgãos ambientais competentes, com os funcionários do cemitério em questão e com a população vizinha ao empreendimento, por fim, aplicou-se a metodologia “GOD” para estimar a vulnerabilidade do aquífero. Dentre os impactos significativos decorrentes desta atividade, encontrou-se a provável contaminação do lençol freático por meio do necrochorume e observou-se que a vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero na área de estudo apresentou-se como de média vulnerabilidade. Sendo assim, foi possível perceber a necessidade urgente de medidas corretivas e até mesmo a interrupção total das atividades da necrópole, até que sejam tomadas medidas de recuperação da área.

**Palavras-chave:** Contaminação do solo. Água subterrânea. AIA. Variabilidade espacial.

<sup>1</sup> Mestre em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais pela UFPel, docente dos Cursos Superiores de Tecnologia em Saneamento e Gestão Ambiental do IFSul Campus Pelotas. E-mail:

[satolentino@pelotas.ifsul.edu.br](mailto:satolentino@pelotas.ifsul.edu.br)

<sup>2</sup> Doutoranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pelotas -UFPel. E-mail:

[luananunescenteno@gmail.com](mailto:luananunescenteno@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil (2015) e professora adjunta da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: [tirzahmelo@hotmail.com](mailto:tirzahmelo@hotmail.com)

# A VIEW AT THE NECROPOLIS AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS: A CASE STUDY OF THE CEMETERY SÃO LUCAS, PELOTAS/RS

## ABSTRACT

Among the many anthropogenic activities that cause environmental impact, necropolises deserve special attention. This work aimed to evaluate the possible environmental impacts resulting from the activity of a graveyard located in the municipality of Pelotas. For this, an exploratory research of descriptive character, questionnaire applications and informal interviews were carried out with the relevant environmental agencies, with the employees of the cemetery in question and with the population neighboring the project. Finally, the methodology "GOD "To estimate the vulnerability of the aquifer. Among the significant impacts resulting from this activity, we found the probable groundwater contamination through the necrochorume and it was observed that the natural vulnerability to the contamination of the aquifer in the study area presented a medium vulnerability. Thus, it was possible to perceive the urgent need for corrective measures and even the total interruption of the activities of the necropolis, until measures are taken to recover the area.

**Keywords:** Soil contamination. Groundwater. AIA. Spatial variability.



## 1 INTRODUÇÃO

A tradição de enterrar os corpos após a sua morte data da pré-história. Porém, até o século XVIII o apego à matéria ainda não permitia a separação da vida e da morte. Segundo Gastaud e Costa (2015), a população neste período tinha a ideia de que enterrar seus entes queridos junto às imagens sagradas das igrejas seria uma forma de garantir que suas almas adentrassem ao paraíso. Esta concepção fez com que as igrejas sepultassem os mortos em suas propriedades. No entanto, com o passar dos anos excedeu-se a capacidade destas de comportar todos os cadáveres da região.

Além disso, os sanitaristas europeus do século XIX começaram a se preocupar com a transmissão de doenças provindas das influências deletérias oriunda das igrejas. Esta preocupação fez com que o Príncipe Regente de Portugal em 1801 expedisse uma ordem determinando que em seus domínios ultramarinos fossem abolidos os sepultamentos junto às igrejas e que fossem construídos cemitérios extramuros, visando o bem da saúde pública (BATISTA, 2015).

A partir do documento supracitado e devido ao aumento da população, foram criados novos lugares para o descanso dos mortos. Pois, de acordo com Santos et al. (2015), os cemitérios fazem parte da cultura e da crença da sociedade, contudo é uma atividade que confere um alto risco de degradação para o meio ambiente e afeta a saúde da população.

Deste modo, a visão integrada dos impactos ambientais e das ações antrópicas vem com o transcorrer dos anos descentralizando a visão singular a respeito da degradação do meio ambiente, uma vez que esta baseia-se em novos conceitos holísticos e integradores, estando estes relacionados as interações entre as ações antrópicas e o meio ambiente.

Dentre os temas urgentes a serem enfrentados, o saneamento ambiental é constantemente inserido, levando em consideração sua correlação com a saúde pública (BOCCHESE; SOUZA-FRANCO; WINCKLER, 2012). Neste contexto de cuidados com a salubridade ambiental, as atividades irregulares de necrópoles começam finalmente a integrar essa pauta, tendo como subsídio a legislação ambiental aplicável ao caso.

Nesta premissa, passou-se a assumir que as atividades em necrópoles são similares a um aterro sanitário com excessiva quantidade de “lixo hospitalar”, uma vez que este é basicamente constituído de matéria orgânica enterrada, apresentando altas cargas de bactérias, vírus e outros microrganismos, sendo estes dependentes da causa do óbito (OURIVES et al., 2017).

Tendo em vista os impactos sociais, ambientais e econômicos que os cemitérios irregulares podem causar ao meio ambiente, no Brasil foram promulgadas as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a saber: 335/2003, 368/2006 e 402/2008, as quais dispõem sobre o licenciamento ambiental de necrópoles horizontais e verticais a serem implantados no Brasil.

Segundo a legislação vigente é necessário apenas um estudo de impacto ambiental simplificado. Entretanto, muitos autores consideram esta atividade potencialmente causadora de impactos significativos, necessitando de um estudo de impacto ambiental (EIA) completo, bem como seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) (BATISTA, 2015; PACHECO, 2000; DOS SANTOS et al., 2015; SILVA; FILHO, 2008).

Neste contexto, define-se um impacto ambiental significativo, no mínimo, todos aqueles de caráter irreversível, permanente e que afeta potencialmente uma

população (SÁNCHEZ, 2013). A Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986 especifica esta definição ao caracterizar como impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Tendo como base as definições supracitadas, o principal impacto ambiental relacionado às necrópoles é decorrente da contaminação causada pela decomposição dos cadáveres, uma vez que este libera um líquido de coloração castanho-acinzentado, rico em sais minerais e matéria orgânica, formado por 60% de água, 30% por sais minerais e 10% por substâncias orgânicas, conhecido como necrochorume (CABRAL et al., 2016; PACHECO, 2000; SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008).

Cabe salientar que, em função da densidade do necrochorume ser maior que a da água, ocorre a formação de plumas de contaminação que, conseqüentemente, dependendo da formação geológica, podem infiltrar-se no solo e, subseqüentemente, adentrar o lençol freático (BACIGALUPO, 2012). Sendo assim, para evitar este tipo de contaminação deve-se, dentre outros procedimentos, escolher o terreno com base nas características dos solos, na profundidade do lençol freático, no relevo e na declividade (MATOS, 2001), bem como outras características da área, tais como a proximidade a aglomerações urbanas.

Outro ponto a ser considerado nos estudos de impactos ambientais causados pelos cemitérios refere-se à vulnerabilidade natural dos ambientes. De acordo com Kemerich et al. (2013), a vulnerabilidade natural ou intrínseca pode ser entendida como aquela decorrente das características próprias do ambiente. No caso dos impactos negativos dos cemitérios sobre o ambiente natural, pode-se dizer que o lençol freático e o solo são os mais afetados. Deste modo, estudar a vulnerabilidade dos aquíferos é extremamente importante, pois é possível verificar se há uma maior suscetibilidade de um aquífero ser afetado negativamente por uma carga de contaminantes imposta sobre o solo.

Frente aos fatos expostos, este trabalho objetivou avaliar os possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades do cemitério municipal São Lucas, localizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, bem como analisar a vulnerabilidade do lençol freático sobre o qual este cemitério está inserido.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

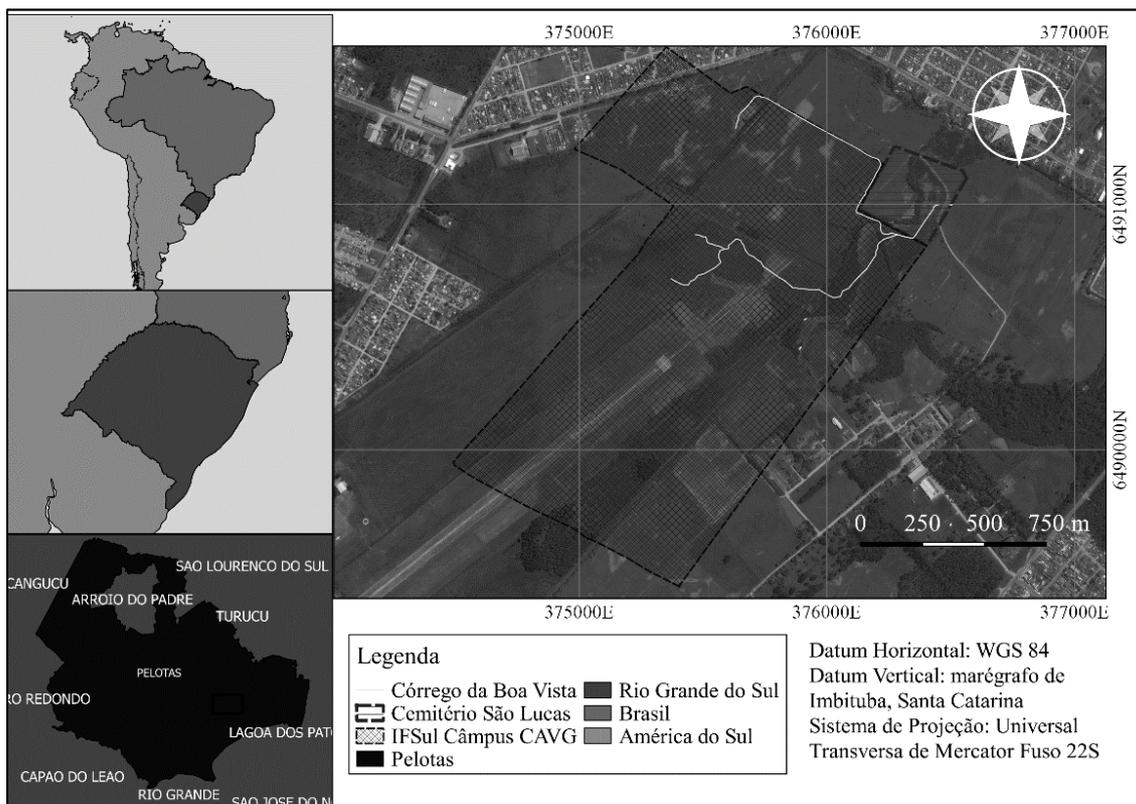
### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde ao cemitério municipal São Lucas, localizado na avenida Ildefonso Simões Lopes, 3.565, bairro Três Vendas, no município de Pelotas/RS. A necrópole municipal é também conhecida como Boa Vista e está situada a 16 m de altitude, tendo sido fundada no ano de 1903. Atualmente, contém cerca de 30 mil sepulturas, recebendo em média 29 corpos por mês em uma área de 13,55 hectares.

Na área estudada existem basicamente dois tipos de sepulturas aquelas onde os corpos estão em contato direto com o solo, sendo conhecidas como sepulturas horizontais e as denominadas “gavetas”. Estas últimas são construções executadas com placa pré-moldada, denominadas, sepulturas verticais. Cabe destacar que no interior do cemitério há um córrego que corta o mesmo e sua descarga ocorre em um açude localizado no interior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus Visconde da Graça. No entorno do cemitério encontram-se residências que utilizam água oriunda de poços rasos, também conhecidas como poços amazonas.

A área de estudo está localizada na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, considerada a maior bacia hidrográfica do município. Esta bacia fornece água bruta para o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP para que este possa abastecer o município através da ETA Sinnott, a qual abastece os bairros: Pestano, Sanga Funda, Areal, Jardim Europa, COHAB Tablada, COHAB Lindóia, Santa Rita de Cássia, Getúlio Vargas e Balneário Santo Antônio (SANEP, 2015). Na Figura 1 é apresentada a localização do cemitério, bem como a área ao seu entorno.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



## 2.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA

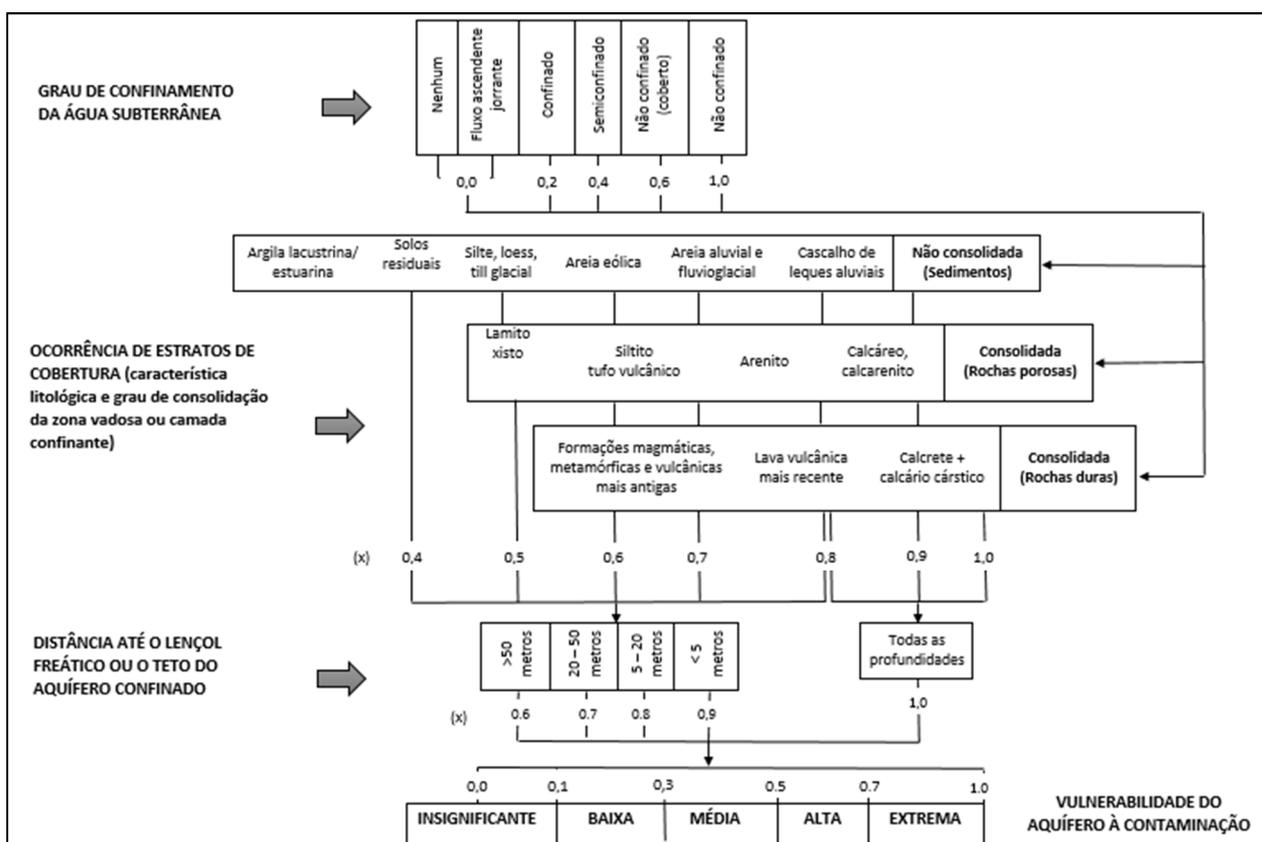
Foi realizada inicialmente uma pesquisa exploratória de caráter descritivo no mês de julho de 2017. Para viabilizar o estudo, as seguintes etapas foram realizadas: visitas a área de estudo, englobando a observação in loco, entrevista informal com administrador do cemitério, obtenção de imagens digitais com o uso de uma câmera digital, entrevistas com moradores do entorno do cemitério, com o intuito de verificar qual a percepção destes com relação ao empreendimento, assim como verificar as características da população circunvizinha do cemitério. Foi realizada uma conversa informal com a responsável pelo licenciamento de cemitérios da Secretaria de Qualidade Ambiental de Pelotas, a fim de obter maiores informações sobre a atividade cemiterial, bem como do processo de licenciamento do cemitério São Lucas.

Com o objetivo de verificar as possíveis interações entre as atividades do cemitério e o meio ambiente, fez-se uma caracterização descritiva dos possíveis impactos e problemas encontrados na área de estudo.

## 2.3 ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO

Optou-se por seguir a metodologia já consagrada por Foster et al. (2006), na qual as siglas GOD correspondente a: G – Grau de confinamento hidráulico da água subterrânea; O – Ocorrência de estratos de cobertura; D –Profundidade da boca do tubo até o lençol freático. A estimativa do índice de vulnerabilidade “GOD” seguiu as etapas ilustradas conforme a Figura 2.

Figura 2 - Sistema GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero segundo o método de Foster et al. (2006).



Para tanto, os dados necessários foram obtidos diretamente do site do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas-SIAGAS, o qual mantém um banco de dados de poços do Brasil. Foram compilados os dados do SIAGAS em planilhas eletrônicas, contendo informações sobre as características construtivas dos poços (material e diâmetro dos tubos utilizados para sucção da água subterrânea), características hidrogeológicas (tipo material que configura o perfil litológico do poço), nível estático e dinâmico, bem como os dados das coordenadas dos poços monitorados para a cidade de Pelotas/RS. No total foram obtidos dados de 115 poços espalhados pela área do município.

Inicialmente identificou-se o grau de confinamento hidráulico do aquífero, atribuindo-lhe um índice entre 0,0 a 1,0. Foram considerados não confinados cobertos obtendo nota 0,6, e aqueles não confinados, atribuiu-se nota 1,0. Em seguida, foram especificadas as características do substrato que recobre a zona saturada do aquífero em termos de: (a) grau de consolidação e (b) litologia, assinalando um índice a estes parâmetros em uma escala de 0,4 a 0,9. Na área estudada foram encontrados granito, areia e argilas, sendo que os pesos dados à litologia foram 0,6 para granito, 0,4 para areia e argila e 0,7 para areia aluvial. Já para a profundidade do nível da água (nível estático) foi determinado um índice a este parâmetro em uma escala de 0,7 a 0,9, pois o nível estático variou de 0,2 a 46 metros. Os valores determinados para os parâmetros foram definidos com relação às características existentes nos poços do município e baseados na Figura 2.

O índice da vulnerabilidade final baseado no método GOD foi obtido pelo produto dos valores obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (vulnerabilidade insignificante) até 1,0 (vulnerabilidade extrema).

Utilizou-se a superfície potenciométrica para determinar a tendência da direção do fluxo subterrâneo, o qual pode facilitar a identificação da direção das plumas de contaminação originada na superfície do solo (BARROS et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016). Foram empregadas informações sobre a drenagem dos tipos de solos do município de Pelotas. Para tal, foram utilizados dados vetoriais da hidrogeomorfologia em escala 1:200.000 obtidos através do SIAGAS.

Empregou-se o programa Surfer 8.0 para o cartograma das tendências de direção dos fluxos subterrâneos. Neste estudo foi adotado o datum horizontal WGS-84 projeção UTM fuso 22 Sul e o datum altimétrico do marégrafo de Imbituba, Santa Catarina como nível médio zero do mar, para espacializar os dados de vulnerabilidade. A interpolação dos dados de vulnerabilidade do lençol freático foi realizada com o auxílio da krigagem ordinária. Para realizar esta interpolação foi utilizada a extensão Geostatistical Analyst Tools do software ArcGis /ArcMap 10.1, onde foram gerados os parâmetros patamar, alcance, efeito pepita, o modelo semivariográfico, o mapa de predição da vulnerabilidade e a validação cruzada realizada através do erro médio, do erro médio padronizado, do erro quadrático médio e do erro quadrático médio padronizado.

Cabe destacar que o Erro Médio (EM) é obtido através da Equação 1:

$$EM = \sum_{i=1}^N \frac{(x_i - y_i)}{N} \quad (1)$$

Onde:

$X_i$  = os valores observados para a  $i$ ésima amostra;

$y_i$  = os valores estimados através da krigagem ordinária para a  $i$ ésima amostra, e;

$N$  = número de observações.

Por conseguinte, o Erro Médio Padronizado (EMP) é descrito através da Equação

2:

$$EMP = \sum_{i=1}^N \frac{S_i}{\sqrt{N}} \quad (2)$$

Em que:

$S_i$  = Desvio-Padrão para a  $i$ ésima amostra, e;

$N$  = Número de Amostras.

Já o Erro Quadrático Médio (EQM) pode ser distinguido por meio da Equação 3:

$$EQM = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}{N} \quad (3)$$

Sendo que:

$X_i$  = os valores observados para a  $i$ ésima amostra;

$y_i$  = os valores estimados através da krigagem ordinária para a  $i$ ésima amostra, e ;

$N$  = número de observações.

Por fim o Erro Quadrático Médio Padronizado através da Equação 4:

$$EQM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}{N}} \quad (4)$$

Onde:

$X_i$  = os valores observados para a  $i$ ésima amostra;

$y_i$  = os valores estimados através da krigagem ordinária para a  $i$ ésima amostra, e;

$N$  = número de observações.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS

Tendo ciência de que o tempo de decomposição total de um cadáver varia de acordo com as características orgânicas do indivíduo, da causa da morte e também que pode ser influenciado pelas condições hidrogeologias do local onde foi depositado

bem como pelo clima (BACIGALUPO, 2012), foram identificadas as condições de drenagem do solo para a área de estudo e seus arredores.

Desta forma, o tipo de solo na área de estudo foi classificado como mal drenado, sendo, portanto, impróprio para este tipo de atividade, uma vez que a resolução CONAMA nº 335/2003 deixa claro em seus artigos 1º e 2º que os cemitérios devem possuir sistemas de drenagem adequado no seu perímetro bem como no interior da necrópole. Deste modo, além dos sistemas construtivos que auxiliam no escoamento da precipitação, também devem apresentar solos bem drenados, o que não é observado para o cemitério São Lucas.

De acordo com Silva e Malagutti Filho (2008), as zonas vadasas favorecem o processo de saponificação dos cadáveres, de modo a retardar o processo de decomposição dos corpos. A saturação do solo em questão pode ser observada na Figura 3-A, principalmente próximo às jazidas horizontais. Segundo Matos (2001), os solos mal drenados implicam no prolongamento do tempo de decomposição em até dez anos; em contrapartida, em clima tropical e solos bem drenados, os corpos levam em média apenas três anos para a decomposição. No caso do cemitério São Lucas, sua instalação neste local está associada ao fato do mesmo ter sido implantado no século passado, onde não se atentava para estes cuidados.

Contudo, nos dias atuais, a legislação que trata dos cemitérios no Brasil estipulou um prazo máximo de dois anos, após a data em que a mesma entrou em vigor, para que os cemitérios em operação se enquadrassem às exigências legais, juntos aos órgãos ambientais competentes, incluído neste caso, medidas de impermeabilização do terreno e instalação de sistemas de drenagem da água no solo, de modo a recuperar as áreas contaminadas e indenizar as possíveis vítimas de qualquer contaminação decorrente desta atividade. Na Figura 3 está apresentada a área de estudo.

Figura 3 - Fotos da área de estudo



(A) jazidas horizontais saturadas decorrentes do solo mal drenado, (B) valas de drenagem das águas pluviais, (C) afloramento do lençol freático, (D) resíduos sólidos depositados no interior do cemitério, (E) impactos visuais decorrentes da falta de cuidados com a manutenção das sepulturas, (F) impactos construtivos das áreas de recreação no cemitério São Lucas e (G) vista das sepulturas verticais construídas nos limites do terreno, sem recuo.

Em 2016, foi realizada uma denúncia junto ao Ministério Público, na qual constava a citar: a suposta contaminação do lençol freático e do solo, pela própria natureza da atividade do cemitério São Lucas e o fato deste não apresentar alvará de funcionamento, bem como o licenciamento ambiental estar em desacordo com a legislação ambiental. Desta forma, o cemitério foi interdito pela Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA) de Pelotas no dia 24 de janeiro de 2017.

Porém, no dia 08 de fevereiro de 2017 houve a desinterdição parcial do cemitério, pois, segundo a Prefeitura Municipal, permanece a necessidade de continuar atendendo as famílias carentes ou aqueles que são identificados como indigentes, de

acordo com a Lei Municipal 4.652, de 2001 (PELOTAS, 2001). Sendo assim, as famílias com renda inferior a dois salários-mínimos recebem, sem custo, os serviços funerários, o caixão e um túmulo por um período de três anos.

Deve-se salientar que, segundo dados da Secretaria de Qualidade Ambiental de Pelotas, todas as medidas referentes à descrição dos impactos ambientais e medidas de mitigação e compensação já foram expedidas pela secretária e enviadas ao gabinete da prefeita em exercício, de modo que, este processo saiu da esfera técnica e passou a esfera política e jurídica, tendo em vista que tais questões legais do cemitério São Lucas estão sendo tratadas pela Procuradoria do Município e o Ministério Público do Rio Grande do Sul. Porém, enquanto isso, o cemitério São Lucas continua em operação.

Com relação aos procedimentos após o período de empréstimo do túmulo (três anos), os mesmos são abertos e os ossos são enviados para um ossário, estando este localizado dentro do próprio cemitério e as jazidas horizontais são novamente utilizadas. O lugar escolhido para servir como ossário no cemitério em estudo foi uma das gavetas localizadas no fundo do terreno, sendo ali depositados os ossos e os restos mortais ainda em decomposição de cada cadáver, ensacados com sua respectiva identificação.

Segundo Pacheco (2000) e Matos (2001), estes resíduos mortuários não se apresentam totalmente decompostos, sendo considerados de alta periculosidade tanto para o meio ambiente como para os funcionários que manipulam tais resíduos. Tendo em vista, que os funcionários não utilizam equipamentos de proteção individual (EPIs) e que provavelmente não receberam treinamento adequado para lidar com tais situações, estão assim sujeitos à contaminação e doenças.

Os funcionários e a população que circula pela área do cemitério, ainda estão expostos a duas substâncias tóxicas presentes no necrochorume: a cadaverina e a putrescina, estas produzem como resíduo final de seus processos de decomposição o íon amônio, bem como microrganismos patogênicos, intensificando a insalubridade do local. Estas substâncias podem se proliferar em um raio maior que 400 metros de distância do cemitério (MACEDO, 2004).

Ainda com a decomposição dos cadáveres há também a liberação de outras substâncias, como os gases: gás sulfídrico, dióxido de carbono, gás metano, amônia e a fosfina (MATOS, 2001) que, em contato com a pele, os olhos ou através da inalação, podem levar à perturbação/danos no sistema nervoso central, asfixia,

parada cardíaca, inconsciência, irritações nas vias aéreas, vômitos, náuseas e em casos mais graves pode levar à morte por asfixia (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009).

Além da inadequação de procedimentos técnicos em relação ao manejo e uso do solo, na área de estudo ocorre também a percolação das águas pluviais que são contaminadas pelo necrochorume, pois os canais de escoamento foram abertos diretamente no solo, sem levar em consideração a inclinação do terreno. Portanto, a água acumula-se, promovendo a proliferação de mosquitos e moscas e, conseqüentemente, não há nenhum tipo de tratamento, além das canaletas não apresentarem um sistema de gradeamento para evitar acidentes ao trafegar pela área (Figura 3-B).

Destaca-se ainda que o nível do lençol freático na área de estudo encontra-se em menos de 1 m de profundidade, sendo este aflorante em áreas mais baixas do terreno, como pode ser observado na Figuras 3-C. Segundo a Resolução CONAMA nº 335/2003, foi estabelecido como critério para a execução do projeto de um cemitério uma distância mínima de 1,5 m entre a base da sepultura e o nível máximo do lençol freático, sendo este medido no período de cheias. Contudo, no presente estudo, o nível do lençol freático está acima do permitido.

Somam-se a estes problemas de saúde pública no cemitério São Lucas ainda detritos dispostos inadequadamente, tais como restos de urnas mortuárias, resíduos plásticos, roupas, sapatos, flores, velas, etc, que são considerados resíduos perigosos e estão se acumulando no interior da necrópole (Figura 3-D).

O impacto causado pelos resíduos sólidos no interior do cemitério São Lucas, ainda se dá pelo aspecto visual, o qual promove um sentimento de abandono e desleixo. Segundo conversa informal com o administrador do cemitério, os resíduos ali encontrados são transportados pelo serviço de limpeza pública. Logo, estão sendo dispostos de forma inadequada em aterros de resíduos sólidos urbanos, tendo em vista que os resíduos do cemitério se apresentam contaminados e são perigosos, devendo, portanto, serem destinados à uma central de resíduos classe I, ou seja, resíduos perigosos, (AQUINO; CRUZ, 2010). Destacam-se ainda como impactos visuais, os túmulos quebrados e abertos (Figura 3-E) que intensificam a proliferação de vetores e facilitam o contato de cães com os restos mortais, os quais podem se alimentar destes corpos em estado de putrefação.

Dentre outros impactos encontrados no cemitério São Lucas tem-se os locais destinados à recreação, sendo que os mesmos foram construídos de forma irregular.

Isto porque segundo a SQA (2017), qualquer obra a ser realizada no cemitério deveria antes ter sua aprovação junto ao órgão ambiental, tendo em vista que esta atividade exige licenciamento ambiental, e em uma possível ampliação/reforma deve-se solicitar a licença para tal. No entanto, como o cemitério não apresenta nenhuma licença, não poderiam ter sido construídos jazigos e áreas de recreação. Cabe salientar que a área destinada à recreação é um lago no qual foram inseridos animais para usufruírem deste espaço, sendo também uma fonte de contaminação para estes animais, tendo em vista que a água do lago, devido ao nível do lençol freático ser raso, apresenta grandes chances de estar contaminada, colocando assim em risco a saúde de animais e da população que visita o local (Figura 3-F).

Com relação à legislação ambiental vigente, há uma exigência para que a área de sepultamento apresente um recuo de no mínimo 5 metros em relação ao perímetro do cemitério, fato este que deverá ser ampliado, no caso de condições desfavoráveis, como por exemplo: baixo nível do lençol freático, baixa condutividade hidráulica e permeabilidade do solo. Além da desconformidade dos limites referente ao lençol freático, tem-se o não cumprimento da legislação quanto à construção das sepulturas verticais, uma vez que estas encontram-se junto ao limite do terreno destinado ao cemitério, estando inadequada e conferindo riscos à comunidade circunvizinha (Figura 3-G).

### **3.2 VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO**

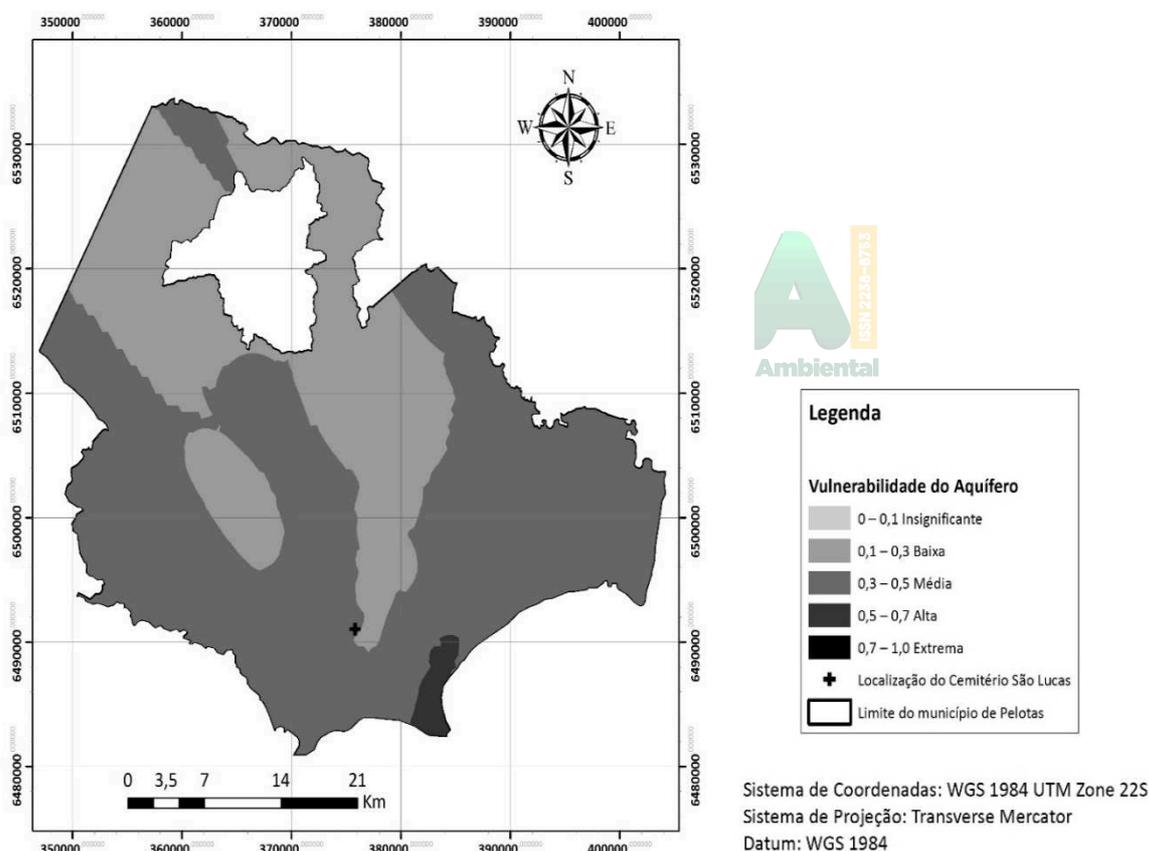
Cientes da proximidade do lençol freático, após aplicar a metodologia GOD, foi realizada a interpolação da vulnerabilidade do aquífero por meio de krigagem. Sendo assim, através da geração do semivariograma experimental foi detectada a existência de dependência espacial nos dados analisados. Dos principais modelos teóricos existentes, foram testados o exponencial, o modelo esférico e o modelo gaussiano (YAMAMOTO, LANDIN, 2013). O modelo que melhor se ajustou ao semivariograma experimental foi o gaussiano com um alcance máximo de 1082 m, efeito pepita de 0,0046 e patamar de 0,2.

A validação do mapa krigado foi realizada por validação cruzada, bem como pela obtenção dos erros das estimativas. Sendo assim, a krigagem da vulnerabilidade resultou em erro médio quadrático de 0,041, erro médio de 0,007, erro médio quadrático padronizado de 0,735 e erro médio padronizado de 0,060. Cabe destacar que de acordo com Jakob e Young (2006), para que o mapa de predição encontrado

apresente valores estimados de qualidade e deseja-se que o erro médio padronizado dos valores estimados seja próximo de 0, que o erro quadrático médio seja o mais baixo possível, que o erro médio seja próximo do erro quadrático médio, e que o erro quadrático médio padronizado seja próximo de 1. Desta maneira, pode-se assumir que o mapa de predição da vulnerabilidade encontra-se adequado.

Os resultados obtidos no mapa de vulnerabilidade para o município de Pelotas variaram de vulnerabilidade baixa a alta, sendo que na área de estudo o lençol freático apresentou-se como de média vulnerabilidade natural à contaminação, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Mapa de vulnerabilidade intrínseca para aquífero do município de Pelotas/RS



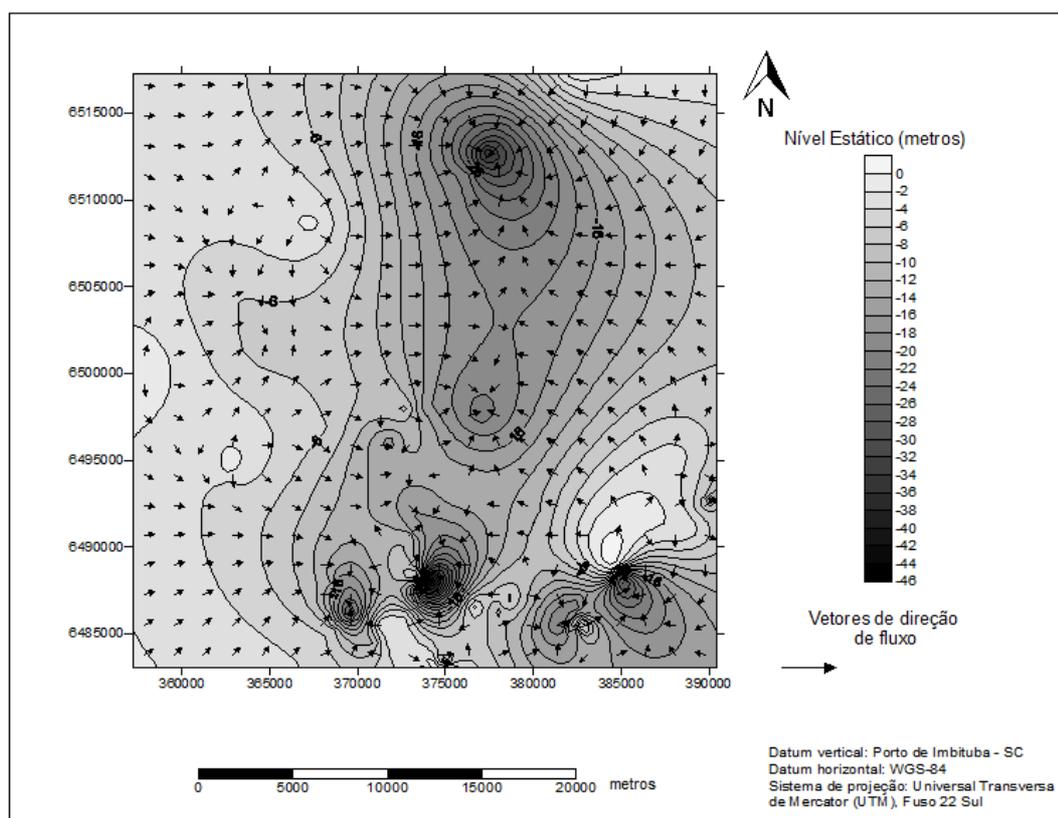
Segundo Borba et al. (2015), ao avaliarem vulnerabilidade do aquífero à contaminação do município de Seberi/RS, encontraram vulnerabilidades similares a este estudo, variando de baixa a alta, de modo que ao final puderam apresentar as áreas do município mais suscetíveis à contaminação dos recursos hídricos. Em

estudos realizados por Terra, Löbler e Silva (2013) o município de Santiago/RS apresentou áreas de vulnerabilidade insignificante a baixa, porém os autores ressaltam a importância em considerar o estudo para um planejamento de uso e ocupação do solo adequado, visando à proteção das águas subterrâneas.

Portanto, os resultados de vulnerabilidade natural à contaminação para o município de pelotas, apontaram uma área sensível naturalmente, devendo atentar-se para as atividades potencialmente poluidoras que estão inseridas nas áreas de média e alta vulnerabilidade.

De acordo com a diferença entre a cota do terreno e o nível estático (NE) dos poços, foi possível determinar a superfície potenciométrica e a estimativa da direção de fluxo das águas subterrâneas do município de Pelotas. A tendência de fluxo da água subterrânea se dá de altos para baixos valores de nível estático conforme a Figura 5.

Figura 5 - Mapa da superfície potenciométrica e direção de fluxo das águas subterrâneas do município de Pelotas.



Segundo OLIVEIRA et al. (2016), em áreas onde o valor do NE é mais alto, há uma maior vulnerabilidade à contaminação, ocasionada pela reduzida profundidade do lençol freático, o que acaba por apresentar uma propensão maior à contaminação pelo lançamento de substâncias ao solo. Desta forma, o cemitério São Lucas está inserido

em uma área com grandes riscos à contaminação, de modo que são necessárias medidas urgentes de recuperação da área e principalmente que seja cessada a fonte geradora de poluição, ou seja, deve ser dada atenção especial a esta área, não permitindo ou ainda restringindo o uso destinado a atividade cemiterial.

### **3.3 Compilação dos questionários**

Foram aplicados 14 questionários à população circunvizinha do cemitério São Lucas. A análise das respostas permitiu avaliar que 78% dos questionários foram respondidos por mulheres sendo em sua maioria entre 31 a 40 anos. As residências entrevistadas apresentaram em média de 3 a 5 moradores. Cabe destacar ainda que todos os entrevistados possuem parentes enterrados neste cemitério.

Com relação às perguntas sobre a infraestrutura das residências, 100% dos entrevistados responderam que possuem rede de abastecimento de água, distribuída pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Entretanto, 8 entrevistados possuem simultaneamente poços d'água, com uma profundidade de 0 a 3 metros e destes oito, seis utilizam os poços para diversas finalidades dentre elas limpeza, irrigação de hortas caseiras, dessedentação animal e consumo. Cabe destacar que 13 dos entrevistados criam animais no entorno do cemitério e 5 cultivam alimentos para consumo próprio. Porém, mesmo utilizando-se desta água nunca realizaram nenhum teste laboratorial de qualidade nestes poços.

Os moradores relatam ainda que raramente sentem odores decorrentes do cemitério, contudo, todos os entrevistados veem vetores de doenças frequentemente saindo e entrando no cemitério, dando ênfase para ratos e baratas. No momento da entrevista, os 14 moradores reclamaram da proliferação dos vetores e da poluição visual, atrelando este fato a um descaso das autoridades municipais que não realizam manutenções no cemitério. Diante destas respostas, foram indagados se os próprios moradores faziam limpeza e ou manutenção nas sepulturas de seus entes, porém, apenas 3 disseram que realizavam a manutenção, pois tinham jazigo perpétuo. Os demais responderam que não, pois as sepulturas eram emprestadas ou alugadas.

É importante ressaltar que, ao serem indagados sobre os impactos de maneira geral que o cemitério causa a sua saúde e ao meio ambiente, muitos até desconheciam o termo impacto, e ao serem esclarecidos, acreditavam que a distância que os separa do cemitério é o suficiente para não serem atingidos pelos impactos do cemitério São Lucas. Destaca-se que as propriedades escolhidas para a aplicação

das entrevistas encontram-se no entorno do cemitério, apresentando no máximo 300 metros de distância do mesmo.

Segundo a resposta dos moradores à pergunta se já haviam adquirido alguma doença de veiculação hídrica, 64% dos entrevistados responderam que sim, sendo as principais doenças relatadas pelos entrevistados: diarreias, vômitos e febre. Porém, acreditavam que este fato estivesse desarticulado aos impactos causados pelo cemitério.

As respostas compiladas através dos questionários corroboram com as afirmações de Pacheco (2000), que diz que as áreas no entorno de cemitérios geralmente encontram-se ocupadas por moradias de população de baixa renda, que por sua vez em sua grande maioria desconhecem os impactos decorrentes das atividades cemiteriais. E mesmo os que conhecem não possuem condições financeiras para realocarem-se em outras áreas.

#### **4 CONCLUSÃO**

Este estudo possibilitou avaliar os principais impactos ambientais decorrentes do cemitério São Lucas, de modo que foi possível perceber a necessidade urgente de medidas corretivas e até mesmo a interrupção total da atividade até que sejam tomadas atitudes quando à recuperação da área pelo Poder Público Municipal. Salienta-se que a Secretaria de Qualidade Ambiental de Pelotas tem ciência dos impactos do cemitério sobre o meio ambiente e que esta já realizou os procedimentos cabíveis, necessitando que o Ministério Público e a Procuradoria do Município determinem as próximas ações.

Identificou-se com este estudo que a localização da área do cemitério São Lucas está situada em uma área de média vulnerabilidade natural à contaminação do lençol freático, porém associada ao fluxo de água subterrâneo, permite concluir que os impactos ao solo e a água são significativos e com isso, podem contaminar um número grande da população que usufrui da água captada em poços rasos. Com relação aos moradores no entorno do cemitério, percebe-se que os mesmos não apresentam conhecimento sobre os reais impactos do cemitério sobre suas vidas.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, J. R. F.; CRUZ, Manoel Jeronimo M.. Os riscos ambientais do cemitério do Campo Santo, Salvador, Bahia, Brasil. Caderno de Geociências, Bahia, v. 7, n. 1, p.19-30, maio 2010.

BACIGALUPO, R. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. História, Natureza e Espaço - Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa Niesbf, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-8, 12 dez. 2012. Universidade de Estado do Rio de Janeiro.

BATISTA, F. S.. Riscos ambientais do complexo de cemitérios Quinta Dos Lázarus, Salvador, Bahia, Brasil. Cadernos de Geociências, [s.l.], v. 12, n. 1-2, p.42-55, maio 2015.

BARROS, C. G. D. et al. Superfície potenciométrica e possíveis fontes de contaminação do aquífero Parecis no município de Vilhena – RO. Revista Monografias Ambientais - Remoa, Santa Maria, v. 15, n. 1, p.74-84, jan-abr. 2016.

BOCCHESE, M. G.; SOUZA-FRANCO, G. M.; WINCKLER, S.. Avaliação para a adequação jurídico-ambiental de um cemitério em área urbana. Acta Ambiental Catarinense, [s.l.], v. 9, n. 1-2, p.7-33, fev. 2012.

BORBA, W. F. de et al. Vulnerabilidade do aquífero à contaminação no município de Seberi/RS. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, v. 14, n. 11, p.2960-2966, fev. 2015

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 335 de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 368 de 28 de março de 2006. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 402 de 17 de novembro de 2008. "Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003.

BRASIL. Serviço de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS. 2011. Disponível em: < [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)> Acesso em: 20 ago. 2017.

CABRAL, J. V. R. et al. Investigação de passivos ambientais em poços de água próximos a um cemitério situado na cidade de Curitiba - PR. Iniciação científica, Curitiba, v. 1, n. 4, p.1-21, jan. 2016.

CARNEIRO V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio

ambiente e saúde pública. Anais...XV Congresso Brasileiro de águas subterrâneas; 2008 Nov.11-14; Natal; Rio Grande do Norte; 2008.

FOSTER, S. S. D. et al. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agencias ambientais. São Paulo: SERVMAR, 2006. p. 114.

GASTAUD, C. R.; COSTA, B. F. História e memória: quadro antigo do cemitério ecumênico São Francisco de Paula. Outros Tempos – Pesquisa em Foco - História, [s.l.], v. 12, n. 19, p.75-92, 1 jul. 2015. Universidade Estadual do Maranhão.

GOMES, B. C. V. et al. Potencial toxicológico de metais presentes em solos de cemitérios de Santa Maria – RS. Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science, [s.l.], p.145-155, mar. 2016.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman; YOUNG, Andrea Ferraz. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15., 2006, Caxambu. ABEP 2006 388. Caxambu: Unicamp, 2006. p. 1 - 22.

KEMERICH, P. D. C. et al. Vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim: uso da metodologia GOD. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p.18-207, mar. 2013.

MACEDO J. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas. Belo Horizonte (MG): Editora CPQ-MG, 2004.

MATOS, B.A. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo. São Paulo. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, G. A. et al. avaliação da vulnerabilidade intrínseca das águas subterrâneas do município de Porto Velho/RO. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 8, n. 2, p.187-198, ago. 2016.

OURIVES, E. M. et al. Análise de impacto ambiental de cemitério no município de Três Pontas – MG. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, Pombal, v. 11, n. 1, p.109-111, jan. 2017.

PACHECO, A., SILVA F. C.; SUGUIO, K. Avaliação ambiental preliminar do cemitério de Itaquera, segundo a resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo. Revista UnG – Geociências V.7, N.1, 2008, p. 32.

PACHECO, A.; MATOS, B. A. Cemitérios e Meio Ambiente. Tecnologias do ambiente, n.33, 2000, p.13-15.

PACHECO, Alberto Pacheco, Cemitérios e Meio Ambiente, Revista Tecnologias do Ambiente, Lisboa, Ano 7, nº 33, 2000.

PELOTAS. Lei Nº 4.652, de 6 de abril de 2001. Cria o Sistema Funerário Municipal, destinado ao atendimento de pessoas falecidas no âmbito do município de Pelotas.

SÁNCHEZ, L. E.. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.

SANTOS, P.. A. dos et al. Avaliação de Impactos Ambientais: Estudo de caso no Cemitério Público do município de Queimadas - PB. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, [s.l.], v. 14, n. 3, p.10-17, ago. 2015.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS - SANEP. Captação de água: Estação de Tratamento Sinnott. 2017. Site oficial da Prefeitura Municipal de Pelotas. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/captacao/>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

SILVA, C. W. R.; MALAGUTTI FILHO, W.; Cemitérios fontes potenciais de contaminação. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, n. 263, volume 44, p 9-24, set. 2009.

SILVA, K. T.; SILVA, C. O.; MELO, A. M. M. Reorganização do espaço urbano: a localização do espaço da morte em São José da Laje – Alagoas. Revista Geográfica Acadêmica, Boa Vista, v. 11, n. 1, p.47-63, jan. 2016.

SILVA, R.W.C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 9, abril, 2008.

TERRA, L. G; LÖBLER, C. A.; SILVA, J. L. S.. Estimativa da vulnerabilidade à contaminação dos recursos hídricos subterrâneos do município de Santiago-RS. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [s.l.], v. 10, n. 10, p.2208-2218, 7 abr. 2013.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo; LANDIM, Paulo M. Barbosa. Geoestatística: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 215 p.