

CEMITÉRIO E VULNERABILIDADE AMBIENTAL: UM DIAGNÓSTICO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO NO PERÍMETRO URBANO DO CEMITÉRIO SÃO LUCAS, PELOTAS/RS

ALANA NUNES CENTENO¹; LUANA NUNES CENTENO²; SAMANTA TOLENTINO
CECCONELLO³

¹Universidade Federal de Pelotas– alananunescenteno@gmail.com

^{2,3}Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense –
luanacenteno@ifsul.edu.br²; samantacecconello@ifsul.edu.br³

1. INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental atrelado a saúde pública é constantemente inserido, dentre os temas urgentes a serem enfrentados no Brasil (PORTO; SANTOS; FIORI, 2021). 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 (KATER; OLIVEIRA, 2016). Sendo que, as atividades em cemitérios passaram a ser compreendidas a partir de então, como similares a um aterro sanitário, porém 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. 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; DE OLIVEIRA et al., 2010; PACHECO, 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, subsequentemente, 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. Quando relacionado aos 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 ao exposto, este trabalho objetivou analisar a vulnerabilidade do lençol freático nas proximidades do cemitério municipal São Lucas, localizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área

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.

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, 2021).

2.2. Compilação dos dados

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 (SIAGAS, 2021). No total foram obtidos dados de 115 poços espalhados pela área do município.

2.3. Aplicação do método GOD

No presente estudo, para realização da análise da vulnerabilidade natural à contaminação, foi utilizada a metodologia GOD de Foster et al. (2006) (Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table), que leva em consideração a avaliação de três parâmetros: Ocorrência do aquífero (livre, confinado, semiconfinado): podendo admitir valores de 0 a 1; Litologia da zona vadosa e camadas confinantes: o solo e a litologia situada acima da zona saturada do aquífero condicionam o tempo de deslocamento de contaminantes e vários processos de sua atenuação. Cada tipo de solo tem sua capacidade de atenuação. A ocorrência de estratos litológicos pode ter valores de 0,3 a 1; Profundidade do aquífero (espessura da zona vadosa): pode ser definida como a distância que o contaminante terá de percorrer para alcançar a zona saturada do aquífero. A Profundidade ou nível estático pode assumir valores de 0,4 a 1.

Vale salientar que todos os parâmetros possuem o mesmo nível de importância. Sendo assim, o índice de vulnerabilidade natural é dado pela multiplicação desses três parâmetros, logo, para fins de classificação dos resultados deve-se considerar vulnerabilidade insignificante valores de 0 a 0,1; baixa valores de 0,1 a 0,3; média valores de 0,3 a 0,5; alta valores de 0,5 a 0,7; e por fim, extrema com valores de 0,7 a 1,0. Para estimar os valores do GOD em pontos não amostrados, foi realizada a interpolação dos dados através método da krigagem ordinária, no software QGIS versão 3.16, 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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na modelagem que antecede o mapa espacial de vulnerabilidade espacial, observou-se que modelo que melhor se ajustou ao semivariograma experimental foi o gaussiano com um alcance máximo de 1082m, 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.

Sendo assim, o mapa de predição da vulnerabilidade gerado representa de forma real a vulnerabilidade intrínseca para aquífero do município de Pelotas/RS. Ao analisar a Figura 1, contendo o mapa de vulnerabilidade para o município de Pelotas, observa-se que

este variou de vulnerabilidade baixa a alta, sendo que na área de estudo o lençol freático apresentou-se como de média vulnerabilidade natural à contaminação.

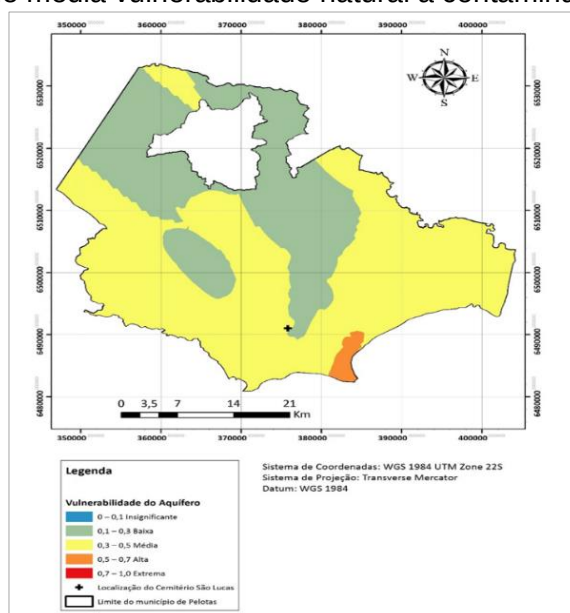


Figura 1 - Mapa de vulnerabilidade intrínseca para aquífero do município de Pelotas/RS

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.

4. CONCLUSÕES

Com base neste estudo identificou-se a localização da área do cemitério São Lucas está situada em uma área de média vulnerabilidade natural à contaminação do lençol freático, o que 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.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- BOCCHESI, 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 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> Acesso em: 20 ago. 2021.
- 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.
- DE OLIVEIRA, M. R. B, et al. Caracterização da vulnerabilidade dos aquíferos livres na área dos cemitérios Bom Jardim e São João Batista – Fortaleza/CE. **Águas subterrâneas**, [S. l.], p. 1-13, 2010.
- FOSTER, S. S. D. *et al.* **Proteção da qualidade da água subterrânea**: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: SERVIMAR, 2006. p. 114.
- 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.
- KATER, Kátia Virgínia; OLIVEIRA, Felisbela Maria da Costa. Vulnerabilidade de aquíferos: caso dos cemitérios de Igarassu e Itapissuma, PE. **Regista Geologia**, Pernambuco, v. 29, n. 2, p. 1-15, jun. 2016.
- KEMERICH, P. D. C. et al. Vulnerabilidade natural à contaminação da água ccontaminação dos recursos hídricos subterrâneos do município de Santiago-RS. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p.18-207, mar. 2013.
- 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.
- 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.
- PORTO, Amanda Gomes de Souza; SANTOS, Gilson Oliveira dos; FIORI, Ana Paula Santos de Melo. Indicadores de saúde e saneamento ambiental em Marechal Deodoro – AL. **Diversitas Journal**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 2859-2876, 3 jun. 2021. Universidade Estadual de Alagoas.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS - SANEP. **Captação de água**: Estação de Tratamento Sinnott. 2021. Site oficial da Prefeitura Municipal de Pelotas. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/captacao/>>. Acesso em: 24 jun. 2021.
- TERRA, L. G; LÖBLER, C. A.; SILVA, J. L. S.. Vulnerabilidade das águas subterrâneas da bacia do rio Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria v.38 n.1, p. 84-94. 2016.