

ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR CEMITÉRIOS

Andréia Fátima Tormen

Graduanda em Engenharia Civil / Universidade Regional Integrada do Alto Uruguais e das Missões, Erechim – RS
andreiatormen@hotmail.com

Camila Aparecida Tasso

Graduanda em Engenharia Civil / Universidade Regional Integrada do Alto Uruguais e das Missões, Erechim – RS
camila.tasso@hotmail.com

Eduardo Pavan Korf

Doutor em Engenharia / Laboratório de Geologia, Geomorfologia, Física e Química dos Solos / UFFS – Universidade Federal Fronteira Sul, Campus Erechim – RS
eduardo.korf@uffs.edu.br

RESUMO

Na realidade atual, a maioria dos cemitérios possuem problemas hidrogeoambientais. A verificação da geologia e hidrologia do local tem sido muito importante tendo em vista os graves problemas causados pela exposição do lençol freático a contaminantes como o necrochorume. A falta de informações e estudos torna a população vulnerável aos agentes infecciosos, podendo provocar problemas de saúde pública. Tendo em vista a carência de dados ou informações acerca da contaminação de aquíferos regionais em águas subterrâneas da região de influência dos cemitérios de Erechim – RS, este estudo objetiva retratar a contaminação do aquífero freático regional não confinado da Serra Geral I, pela ação do extravasamento e percolação do necrochorume em dois cemitérios situados no município de Erechim - RS. Os estudos de campo foram constituídos de verificação e análise dos processos de execução e monitoramento das covas do Cemitério Municipal Pio XII e Cemitério Jardim da Saudade. Foram levantadas as irregularidades quanto à legislação federal e municipal e avaliou-se amostras de água subterrânea proveniente de poços existentes à jusante dos cemitérios. Constatou-se que as águas subterrâneas estão contaminadas, fato que pode ser ocasionado pelo processo de putrefação dos corpos humanos ou por microrganismos e degradação biológica de matéria orgânica de esgoto sanitário, como tanques sépticos ou vazamentos de tubulações e valas das áreas próximas. A presença de contaminantes verificada nas amostras de água subterrânea pode desencadear doenças e complicações de saúde pública caso não seja realizado o tratamento adequado.

Palavras-chave: Água Subterrânea; Cemitérios; Necrochorume; Saúde Pública.

ABSTRACT

Nowadays, the majority of cemeteries have hydrogeo environmental problems. The verification of the local geology and hydrology, has been very important in view of the serious problems caused by exposure of groundwater to contaminants, such as necro-leachate. The lack of information and studies make the population vulnerable to infectious agents that can cause serious public health problems. Regarding the lack of information about the contamination of regional aquifers in groundwater of the influence cemeteries region of Erechim- RS, this study aims to evaluate the contamination of the regional groundwater aquifer unconfined Serra Geral I, by the action of extravasation and percolation necrochorume in two cemeteries located in the municipality of Erechim - RS. Field studies were made up of verification and analysis of execution process and monitoring of the graves of the Municipal Cemetery Pio XII and Cemetery Jardim da Saudade. Irregularities were raised regarding federal and municipal legislation and groundwater samples were evaluated from wells to downstream of cemeteries. It was found that the groundwater is contaminated, which may be caused by putrefaction and decay process of human bodies or by microorganisms and biological degradation of organic matter from wastewater, as septic tanks or leaking pipes and ditches from nearby areas. The contaminants presence observed in groundwater samples, may trigger public health diseases and complications if proper treatment is not performed.

Keywords: Groundwater, Cemeteries, Necro-leachate, Public Health.

1. INTRODUÇÃO

A água é reconhecida pela ciência como solvente universal, sendo este recurso natural, essencial para a vida, chegando a ser comparado como um combustível para a mesma. Sem água líquida, não existe vida (FERNANDES *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2015).

Devido o crescimento populacional, a contaminação dos recursos naturais representa um dos problemas mais relevantes da atualidade, pois os recursos hídricos estão se tornando cada vez mais escassos e degradados. Em específico, a contaminação hídrica afeta os padrões de potabilidade da água e compromete o abastecimento de regiões, limitando a exploração das fontes hídricas subterrâneas, uma das principais fontes de abastecimento de pequenas populações. Essas águas subterrâneas estão disponíveis em grandes quantidades no Brasil, um país contemplado por grandes áreas de água no subsolo, como o Aquífero Guarani. Entretanto, o país apresenta deficiências quanto à implantação e monitoramento de cemitérios, uma das maiores fontes contaminadoras do solo e de águas subterrâneas.

No geral, as principais fontes poluidoras antrópicas no meio urbano são as redes de esgoto e tanques sépticos, os aterros sanitários, atividades industriais, postos de armazenamento e distribuição de combustíveis e cemitérios. Dentre estas, a poluição causada pelos cemitérios ocorre de maneira mais assintomática para a percepção sensorial da população, de forma silenciosa, porém contínua (PACHECO; BATELLO, 2000).

Segundo Fisher e Croukamp (1993), o passivo causado pela contaminação em cemitérios no mundo é grave, representando inclusive uma preocupação em nível de saúde pública, devido a sua localização em locais impróprios e à insuficiente proteção. Zychowski (2012) destaca que vários países no mundo, não possuem adequada legislação relacionada ao problema, o que também acontece no Brasil, que possui apenas legislações relacionadas à licenciamento ambiental e também às relacionadas à poluição de águas subterrâneas oriunda de poluentes diversos.

Dentre os principais impactos relacionados, decorre da percolação de necrochorume no subsolo, líquido oriundo da decomposição de cadáveres. E dentre os impactos deste processo de decomposição, destacam-se o aumento de concentração em solos e águas subterrâneas de contaminantes patogênicos e de origem fecal, além da presença variada de íons, poluentes orgânicos e elementos químicos, bem como emissões de poluentes atmosféricos (DENT, 2004; ZYCHOWSKI, 2012; NOGUEIRA *et al.*, 2013; KEMERICH. *et al.*, 2010).

Além disso, a radioatividade é um dos graves problemas relacionados ao sepultamento, uma vez que há presença de radiação num raio de 200 metros das sepulturas de cadáveres que, em vida, foram submetidos à radioterapia ou que receberam marca-passos cardiológicos, alimentados com fontes radioativas. Materiais radioativos são móveis na presença de água, por isso, pessoas que fazem esse tipo de tratamento deveriam ser cremadas e suas cinzas dispostas como lixo atômico (BORTOLOTTI, 2008).

A Cidade de Erechim, localizada no norte do estado do Rio Grande do Sul abriga diversos cemitérios, sendo que dois deles destacam-se por se localizarem próximos, em região alta da cidade e por serem os mais antigos. Tendo em vista a carência de dados ou informações acerca da contaminação de aquíferos regionais em águas subterrâneas da região de influência dos cemitérios de Erechim – RS, este trabalho objetiva retratar a contaminação do aquífero freático regional não confinado da Serra Geral I, pela ação do extravasamento e percolação do necrochorume em dois cemitérios situados no município de Erechim - RS.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido no Cemitério Pio XII (C1) de Erechim – RS, localizado sob as coordenadas 27°38'23"S e 52°15'26"W, na Avenida XV de Novembro, 1180, Centro e também no Cemitério Jardim da Saudade (C2), localizado sob as coordenadas 27°38'22.8"S e 52°15'26.1"W, na Rua Machado de Assis e esquina com a Rua Espírito Santo, 1255, Centro (Figura 1).

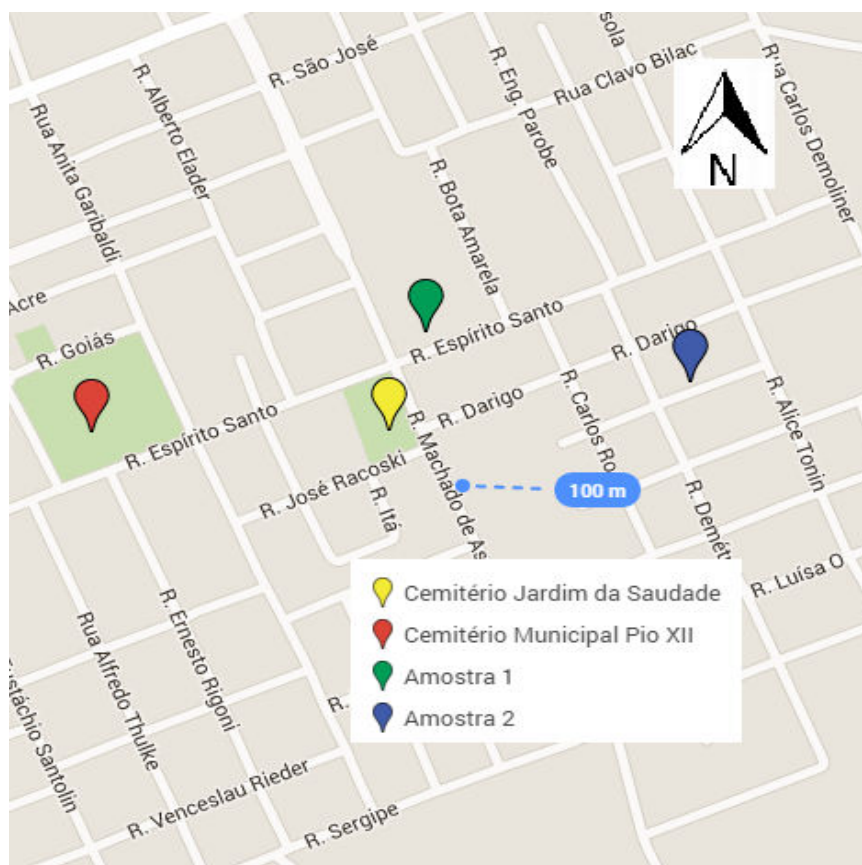


Figura 1: Mapa da localização dos cemitérios de Erechim – RS em estudo

Fonte: Google Maps

O estudo de campo foi constituído da verificação e análise dos processos de execução e monitoramento das covas, com o objetivo de levantar as irregularidades que estas apresentam segundo a Resolução CONAMA nº 335/03.

Para análise da possibilidade de contaminação e qualidade das águas subterrâneas foram coletadas duas amostras de água provenientes de dois poços de um aquífero freático regional, com classificação geológica Serra Geral I na cidade de Erechim- RS, a jusante do Cemitério, denominadas C1 e C2, conforme distâncias detalhadas no esquema apresentado na Figura 2. A amostra 1 foi coletada a 2000 m de proximidade do Cemitério e 500 m de proximidade do Cemitério C2 e a amostra 2 foi coletada a 500 m de proximidade do Cemitério C1 e 50 m de proximidade do Cemitério C2. Em ambos os poços a água subterrânea ocorre em profundidades de 10 a 15 m.

As amostras coletadas foram submetidas a análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Totais e Termotolerantes, conforme metodologia descrita em APHA (2005), seguindo os métodos 5220 (colorimétrico) e 9221 (tubos múltiplos), respectivamente.

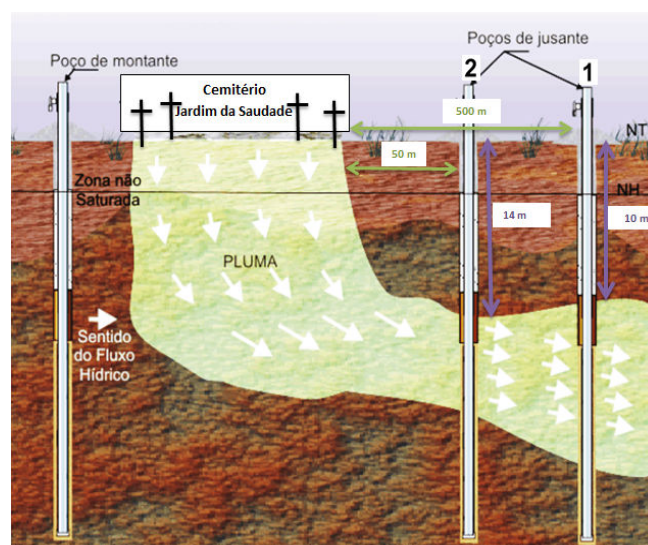


Figura 2: Esquema do fluxo de contaminação em relação aos poços de coleta

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de 2003, o Conselho Nacional de Meio Ambiente através da Resolução CONAMA nº 335/2003 que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, passou a exigir a adequação dos mesmos, a fim de minimizar os efeitos destes sobre o meio ambiente e a população. Como no Brasil não há controle na construção de cemitérios, o problema tem sido negligenciado pelos governantes, sendo que o Estado não resolve problema e repassa as responsabilidades aos municípios, que por sua vez não tem interesse político, recursos políticos e financeiros para resolvê-los (ALMEIDA *et al.*, 2006). É possível verificar nas Figuras 3 e 4, imagens resultantes da verificação e análise realizada em campo.



Figura 3: (A) Tubulação de recolhimento do necrochorume em jazigo em construção, (B) Tubulação de recolhimento em jazigo existente, (C) Vazamento do Necrochorume e tubulação de recolhimento advindas dos pavimentos acima situados, (D) Sistema de coleta do líquido proveniente de cada jazigo



Figura 4: (A) Desgaste e infiltração na estrutura de Concreto Armado por necrochorume, (B) Infiltração

De acordo com o estudo de campo, foi visualizada a construção recente de jazigos, os quais não apresentam um sistema eficiente de drenagem, pois, tem-se apenas tubulações de recolhimento do líquido proveniente da putrefação dos corpos (Figura 3) sem nenhum sistema de tratamento e armazenamento do líquido em local adequado, o qual provoca a contaminação dos solos e águas freáticas. O sistema de drenagem deve ser estabelecido conforme a Resolução CONAMA 335/2003, que determina que o perímetro e o interior do cemitério devem possuir um sistema de drenagem destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e subterrâneas. Estas águas uma vez contaminadas podem atingir áreas do entorno e comprometer a qualidade das águas, que muitas vezes são captadas através de poços e utilizadas para o consumo humano, comprometendo a saúde da população.

Além disso, evidenciou-se a infiltração do necrochorume na estrutura de concreto armado (Figura 4), promovendo desgaste da estrutura e oxidação da armadura, o que pode levar ao colapso estrutural.

Sendo assim, uma alternativa adequada para minimizar os impactos ambientais seria a aplicação de uma manta impermeabilizante na parte inferior dos pavimentos do jazigo, além de um processo eficiente de retenção e tratamento do contaminante.

Outra forma de evitar a percolação seria fazer o uso de um procedimento de impermeabilização no solo antes da construção dos jazigos, assim como em aterros sanitários de disposição de resíduos sólidos. Essa barreira impediria a contaminação do solo e conseqüentemente do lençol freático pelo líquido produzido. Como forma de proteção, a Resolução CONAMA 368/2006 recomenda a existência de uma distância entre o fundo da cova e o lençol freático a depender da permeabilidade do solo.

Também, para auxiliar na retenção dos contaminantes uma solução sustentável pode ser o plantio de árvores que retêm microrganismos e excesso de matéria orgânica. Ainda, sabe-se que, solos muito permeáveis como areia, cascalho e rochas, não são indicados por facilitarem a passagem dos fluidos contaminados. O solo mais aconselhável para construção de cemitério, a fim de maximizar a retenção dos produtos de degradação, é uma mistura de argila e areia de baixa porosidade e de um pequeno percentual de grãos de textura fina, como apresentado na Resolução CONAMA 335/2003. Esta resolução determina que o subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais que apresentem coeficientes

de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático.

A tabela 1 apresenta os resultados de análise da qualidade da água subterrânea, avaliada nas amostras nos poços a jusante do cemitério.

Tabela 1: Resultados de DQO e Coliformes nos Corpos Hídricos

| | AMOSTRA 1 | AMOSTRA 2 |
|--|---------------|----------------------|
| Demanda química de Oxigênio (DQO) | 7,914mg/L | 16,48 mg/L |
| Coliformes totais | 200 NMP/100mL | 160.000 NMP/100mL |
| Termotolerantes (Coliformes Termotolerantes) | 200 NMP/100mL | Não detectado |

*NMP: Número Mais Provável

Avaliando-se os resultados das análises de DQO, segundo a Tabela 1, observa-se que o maior valor foi encontrado na amostra 2, a qual possui maior proximidade dos cemitérios e traz indícios de maior contaminação por matéria orgânica e conseqüente influência dos cemitérios. Já a amostra 1, mais distante dos cemitérios, apresenta menor valor, o qual é um valor baixo para efluentes em corpos hídricos e praticamente não compromete a sua qualidade.

Com relação aos resultados de coliformes totais observa-se maior presença de organismos na amostra 2, que está mais próxima dos cemitérios, o que pode ser um indicativo de presença de matéria-orgânica em degradação biológica. Já para coliformes termotolerantes só se evidencia presença na amostra 1, o que não traz relação com contaminação de origem fecal advinda do cemitério, pois este ponto está mais distante e a origem pode ser, portanto, devido a fontes de contaminação por esgoto sanitário, como tanques sépticos ou vazamentos de tubulações.

Comparando-se os resultados apresentados com o disposto na portaria 2914 do Ministério da Saúde (2011), a qual fixa a ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL, observa-se que todas as amostras possuem a sua potabilidade comprometida e não poderiam ser utilizadas para consumo humano. Outro estudo realizado em Recife – PE por Almeida *et al.* (2006), que avaliou águas subterrâneas de 8 poços no entorno de um cemitério, com relação à características microbiológicas, também detectou a ocorrência de bactérias heterotróficas e proteolíticas, dominantes de processo de decomposição de necrochorume, acompanhado de indícios de coliformes, atributo que os autores, da mesma maneira que neste trabalho, não atribuíram causa única e exclusiva dos cemitérios, uma vez que os locais de estudo possuíam falta de saneamento básico e tratamento de esgoto doméstico.

Comparando-se os resultados deste estudo com trabalho realizado por Kemerich *et al.* (2010), observa-se que os autores avaliaram 4 cemitérios de Santa Maria – RS e concluíram que a possibilidade de contaminação das águas é insignificante à baixa, uma vez que as os cemitérios localizam-se em áreas com baixa vulnerabilidade ambiental de contaminação. A metodologia dos autores levou em conta características geológicas e hidrogeológicas da área. Neste estudo, a vulnerabilidade à contaminação é certamente maior, por tratar-se de um aquífero regional e com águas de ocorrência em pequenas profundidades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de caso, constatou-se a contaminação das águas subterrâneas pelo chorume proveniente dos cemitérios através da disseminação de gases, sais e líquidos produzidos no processo de putrefação dos corpos humanos, que infiltram nos jazigos e percolam no solo, causando a transmissão de doenças por meio hídrico através da contaminação de redes de distribuição de água, poços e demais canais e tubulações.

Sendo assim, na implantação de cemitérios, a fim de minimizar os impactos ambientais decorrentes da decomposição dos corpos humanos, a área prevista para a implantação do mesmo deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneas, de forma a garantir sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e seguindo critérios da resolução CONAMA 368/2006. Além disso, a sua execução deve ser precedida por análise de impactos ambientais e verificação de vulnerabilidades à contaminações com estudos geológicos e hidrogeológicos do local realizados por equipe de profissionais habilitados e responsáveis também pela construção e monitoramento do mesmo.

No estudo realizado também analisou-se a qualidade da água subterrânea nas proximidades dos cemitérios em questão. Verificou-se que a água subterrânea avaliada não está própria para o consumo humano, podendo desencadear doenças e complicações à saúde pública por apresentar microrganismos e matéria orgânica em degradação biológica, provenientes do cemitério e de fontes de esgoto doméstico, provinda de tanques sépticos ou vazamentos de tubulações e valas das áreas próximas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. R. de, ESPÍNDULA, J. C., VASCONCELOS, U., CALAZANS, G. M. T. 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.
- APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, 2005.
- BORTOLOTTI, E. G. B. F. Cemitérios Sustentáveis. 2008. Disponível em: <www.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/slides/310.pps>. Consultado em 14, abr. 2016.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2003. Resolução Conama nº. 335/ 03. “**Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios**”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2006. Resolução Conama nº. 368/ 06. “**Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 03 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios**”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil.
- DENT, B. B., FORBES, S.L., STUART, B.H. Review of human decomposition processes in soil. *Environmental Geology*, v. 45, p 576-585, 2004.
- FERNANDES, P. A. M., ALVES, M. da G., FILHO, J. L. E. D, JUNIOR, G. C. da S. Diagnóstico hidroquímico das águas subterrâneas de Quissamã-RJ. *Perspectivas Online*, v.3, n.06, 2013.
- FISHER, G. J., CROUKAMP, L., Ground Water Contamination and it's Consequences, Resulting from the Indiscriminate Placing of Cemeteries in the Third World Context. In: **Conference Africa Needs Groundwater**. Johannesburg - South Africa: University of the Witwatersrand, 1993.
- GORGULHO, S. Cemitérios contaminam lençóis freáticos. **Folha do meio ambiente**, v.10, n.91, 1999.
- KEMERICH, P. D. da C., FILHO, L. L. V. D., UCKER, F. E., CORREIO, V. F. Influência dos cemitérios na contaminação da água subterrânea em Santa Maria-RS. *Águas Subterrâneas*, v. 24, n.1,p 129-141,2010.

GOOGLE MAPS, GOOGLE. Mapa da localização dos cemitérios de Erechim – RS em estudo. 2016. Consultado em: 15 jan, 2016. No website: <https://mapsengine.google.com/map/edit?hl=pt-BR&hl=pt-BR&authuser=0&authuser=0&mid=zIrxzHrpbvng.kbWy12FIL1H4>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011. “**Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.**” D.O.U, dezembro de 2011.

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

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

SOUZA, F. P. de, PERTEL, M., TEIXEIRA, T., FERREIRA, A. V., MENEZES, L. E. de C. F., PEREIRA, P. S. F. Qualidade da água de abastecimento da comunidade tamarindo em Campos dos Goytacazes/RJ. **Perspectivas Online**, v.5, n.11, 2015.

ZYCHOWSI, J. Impact of cemeteries on groundwater chemistry: A review. **Catena**, v. 93, p. 29-37, 2012.