IV-171 - VARIAÇÃO ESPACIAL DA CONCENTRAÇÃO DE TITÂNIO E VANÁDIO EM SOLO OCUPADO POR CEMITÉRIO

Pedro Daniel da Cunha Kemerich (1)
Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria,- UFSM. Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Possui mestrado pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário Franciscano - UNIFRA e é Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.
Willian Borba(2)
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
Carlos Eduardo Balestrin Flores(3)
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
Ademir Eloi Gerhardt(4)
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.
Bruno Acosta Flores(5)
Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Santa Maria.

Endereço(1)**:** Linha Sete de Setembro s/n – BR 386 Km 40 CEP 98400-000 - Frederico Westphalen – RS - Fone (55) 3744-8964 - e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br; borba_willian@hotmail.com; carlos.ebf@hotmail.com; rosktiao@hotmail.com; adegerhardt@hotmail.com.

RESUMO

Os cemitérios, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividade com risco de contaminação ambiental. A razão disso é que o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. A Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009 não estabelece um valor limite para vanádio em solo seco sob investigação industrial, enquanto que valor estipulado para águas subterrâneas é de 1.000 mg L^{-1}, não sendo mensurados valores para titânio. O método adotado no presente trabalho utiliza a técnica de Espectrometria Fluorescência de Raios – X por energia dispersiva para quantificação de metais em solos ocupados por cemitério e com possível utilização para o monitoramento ambiental. Na área em estudo elemento titânio nas profundidades de 0 a 150 cm, apresentou a maior concentração ocorreu no P10 em 150 cm (21797,43 mg kg^{-1}) e a menor foi observada na amostra superficial do P4 (9050,77 mg kg^{-1}). Já de 200 a 300 cm, no cemitério São João Batista no município de Seberi-RS, onde a maior concentração esteve presente no P4 (19801,65 mg kg^{-1}) em 200 cm e a menor ocorreu no P3 (7571,23mg kg^{-1}) na coleta de 300 cm. Para o elemento Vanádio, nas profundidades de 0 a 150 cm, o P8 apresentou a maior concentração (1956,7 mg kg^{-1}) a 50 cm e o P9 a menor concentração (577,544mg kg^{-1} e), na coleta superficial, enquanto na profundidade de 200 a 300 cm, em 200 cm, a maior concentração esteve presente no ponto P4, já a menor ocorreu no P5.

PALAVRAS-CHAVE: Metais, contaminação, necrochorume.

INTRODUÇÃO

A palavra “cemitério” originaria do grego koumeterian e do latim coemeterium, significa dormitório, recinto onde se guardam os mortos, lugar onde se dorme, e tem como sinônimo as palavras necrópole, sepulcrario, carneiro, campo santo, cidade dos pés juntos e ultima morada (FUNASA 2007).

Palma & Silveira (2010) os cemitérios podem conter fontes históricas para a preservação da memoria familiar e coletiva, lugar de estudo e das crenças religiosas, forma de expressão do gosto artístico, ideologias politicas, preservação do patrimônio histórico, formação étnica, fonte de estudo da genealogia, como também fonte de estudos ambientais.

Segundo Malagutti Filho & Silva (2008) os cemitérios nunca foram incluídos nas listas de fontes tradicionais de contaminação ambiental, apesar da existência de alguns relatos históricos em Berlim e Paris na década de 70, constatando que a causa de epidemias de febre tifóide estava diretamente relacionada ao posicionamento dos cemitérios à jusante de fontes de água, como aquíferos freáticos e nascentes.

Segundo Kemerich et al. (2012) a implantação dos cemitérios, sem levar em consideração os critérios geológicos (características litológicas e estrutura do terreno) e hidrogeológicos (nível do lençol freático), constitui uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas.

O solo tem um papel muito importante na retenção dos microrganismos, através de fatores físicos e químicos, que afetam a infiltração e o carreamento dos microrganismos em direção ao lençol freático (Martins et al., 1991).

Os cemitérios, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividade com risco de contaminação ambiental. A razão disso é que o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. O processo de decomposição de corpos libera diversos metais que formam o organismo humano, sem falar nos diferentes utensílios que acompanham o corpo e o caixão em que ele é sepultado. O principal contaminante na decomposição dos corpos é um líquido conhecido como necrochorume, de aparência viscosa e coloração castanho-acinzentada, contendo aproximadamente 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substancias orgânicas degradáveis (Kemerich et al., 2012).

Com base no tema exposto, este trabalho teve como objetivo determinar o potencial de contaminação química do solo por Vanádio e Titânio em decorrência da ocupação por cemitério.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Seberi está situado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) na latitude 27º 28' 4" S e longitude 53º 24' 09" O, com altitude de 546 metros do nível do mar, abrangendo uma área de 301 Km^2 e com população de 11098 habitantes, sendo o mesmo pertencente à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido (IBGE, 2009). O cemitério municipal São João Batista está situado a 520 m altitude e foi fundado no ano de 1930, contendo atualmente cerca de 3 mil sepulturas, recebendo em média 7 corpos por mês em uma área de 1,2 hectares. Na área estudada, existem basicamente dois tipos de sepulturas, aquelas onde os corpos estão em contato direto com solo e as outras conhecidas como jazigo, estas são construções existentes nos cemitérios executada com placas pré-moldadas onde são sepultados os corpos. Este espaço físico é composto normalmente por “gavetas”, onde são depositados os corpos, que ficam normalmente a 1 m do solo.

LOCALIZAÇÕES DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM E COLETA DE AMOSTRAS

A tradagem para coleta das amostras foi realizada em função da topografia existente no cemitério e do fluxo preferencial de água superficial, determinado com o auxílio do software Surfer 10 da Golden Software, utilizando-se o método de interpolação matemática *Krigagem* (Figura 1). Foram considerados 10 pontos de coleta denominados: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10, conforme mostra a figura 1, sendo que P1 encontra-se no ponto de maior elevação, sendo considerado o ponto controle. Sendo que a maior cota foi observada no ponto 1 com 522,552 m e o menor no ponto 10 a uma cota de 518 m.
A figura 1 ilustra a área total do cemitério, com os pontos de amostragem e as linhas de fluxo superficial da água.

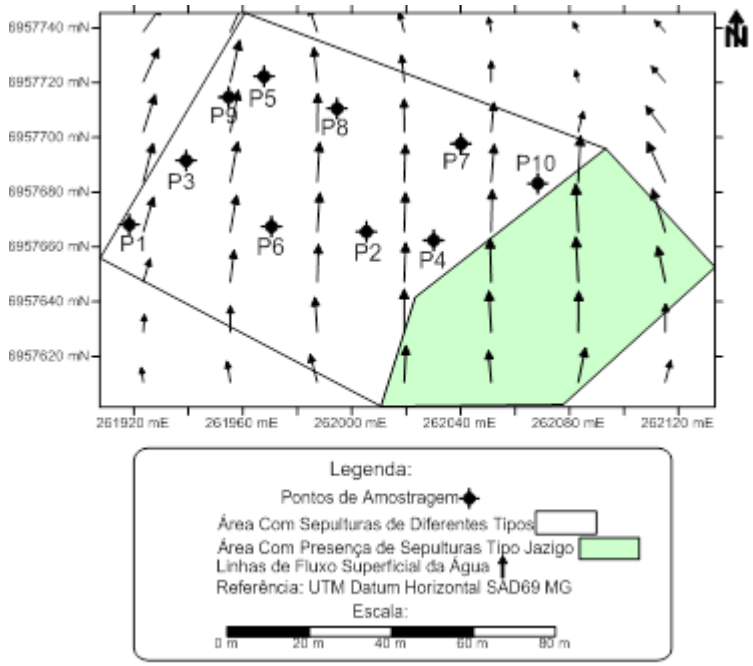

Figura 1 - Cartograma da área do cemitério, com linhas de fluxo e pontos de amostragem, Seberi - RS, 2012.

Fonte: Kemerich et al. (2012).

Para a coleta das amostras foi utilizado um trado manual Sonda Terra de 4 m de comprimento. Cada amostra coletada foi armazenada em sacos plásticos e recebeu identificação correspondendo à localização do ponto de amostragem e a profundidade da coleta. Nos 10 pontos analisados foram coletadas amostras a cada 50 cm de profundidade, iniciando-se com a amostra superficial em 0 cm até a profundidade de 300 cm, totalizado 7 amostras por ponto. Para evitar alterações nos resultados o trado era lavado com água destilada ao fim de cada coleta de amostra (Kemerich et al., 2012).

PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DE METAIS

Essa etapa, seguiu o método utilizado por Kemerich et al. (2012) onde foram pesadas 20g de solo e encaminhadas para a secagem em estufa à temperatura de 105 ºC por duas horas utilizando-se vidraria básica de laboratório (Becker 50 mL) para sua deposição.

Após o quarteamento e a secagem em estufa as amostras foram moídas manualmente em gral com pistilo, objetivando reduzir ao máximo a granulometria da amostra reduzindo os desvios do feixe de Raios-X e assim não influenciando na eficiência das determinações.

As amostras de solo foram então comprimidas em prensa manual em matriz apropriada formando uma pastilha sólida e compacta que foi encaminhada para a análise. A pastilha foi formada usando 10 toneladas de pressão por 10 minutos. Este procedimento aglomera as partículas tornando-as um aglomerado cerâmico cujo resultado analítico reflete-se num padrão ideal para análise por EDXRF.

As análises foram realizadas utilizando um Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva, do modelo Shimadzu EDX-720.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TITÂNIO (Ti)

O Titânio (Ti) é considerado um elemento imóvel devido á natureza relativamente insolúvel dos minerais e que ele faz parte, como o rutilo e o anatásio(TiO_2). O Ti pode ocorrer em diferentes fases minerais, em

materiais geogênicos ou pedogênicos. Pode também substituir o Fe em oxi-hidróxido de Fe e ser conservado na fração argila do solo (STILES et al., 2003).

Na área de estudo, nas profundidades de 0 a 150 cm, a maior concentração ocorreu no P10 em 150 cm (21797,43 mg kg^{-1}) e a menor foi observada na amostra superficial do P4 (9050,77 mg kg^{-1}). Na profundidade de 0 cm os valores de Titânio variaram de 9050,77 mg kg^{-1} (P4) a 19017,77 mg kg^{-1} (P5), em 50 cm, o P4 apresentou a maior concentração (21222,7 mg kg^{-1}) e o P6 a menor (13145,95 mg kg^{-1}). Em 100 cm, a maior concentração ocorreu no P4 (20830,62 mg kg^{-1}) e o P8 a menor(14620,85 mg kg^{-1}). Em 150 cm, a maior concentrações ocorreu no P10 (21797,43mg kg^{-1}) e o P7 a menor(11618,35 mg kg^{-1}).

Nas profundidades de 200 cm, 250 cm e 300 cm, no cemitério São João Batista no município de Seberi-RS, onde a maior concentração esteve presente no P4 (19801,65 mg kg^{-1}) em 200 cm e a menor ocorreu no P3 (7571,23mg kg^{-1}) na coleta de 300 cm. Na profundidade de 200 cm, o maior valor foi observado no P4 (19801,65 mg kg^{-1}) e a menor esteve presente no P9 (13112,38 mg kg^{-1}). Em 250 cm as concentrações variaram de 10320,74 mg kg^{-1} (P3) a 19417,06 mg kg^{-1} (P7), já em 300 cm, a maior concentração ocorreu no P4 (19177,57 mg kg^{-1}) e a menor foi observada no P3 (7571,23mg kg^{-1}).

Segundo Cornu et al. (1999) ocorre perdas no titânio com os processos de lixiviação e translocação em condições tropicais. Para Peixoto (2006), não há indícios de que o titânio seja tóxico ao ser humano; assim, por ser biocompatível, ele e suas ligas são usados em próteses diversas.

A figura 2 ilustra a variação da concentração de Titânio total nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 diferentes profundidades (b).

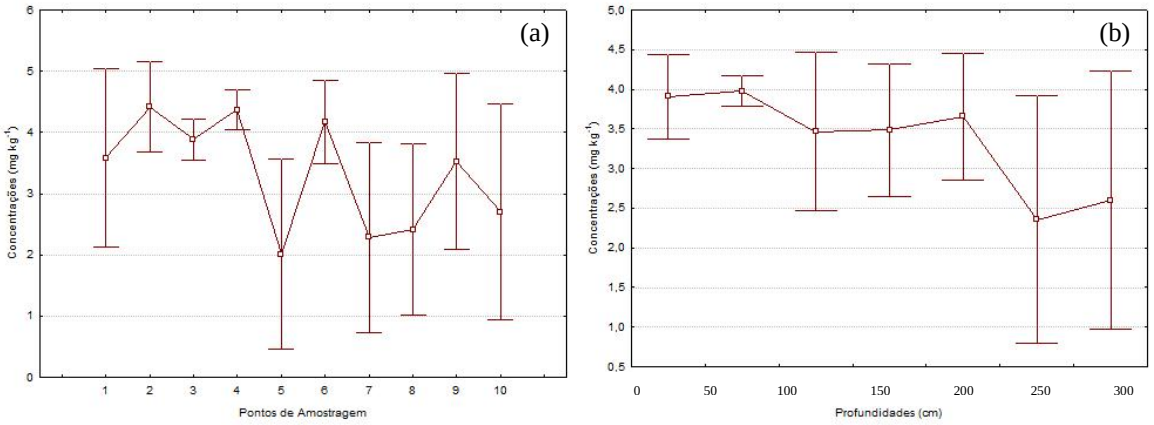

Figura 2 - Variação da concentração de Titânio nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 diferentes profundidades (b) no cemitério São João Batista, Seberi-RS, 2012.

Como pode ser observado na figura 2, as maiores concentrações de Titânio foram observadas no P10, já a profundidade de 150 cm apresentou os maiores valores desse elemento.

VANÁDIO (V)

Segundo National Research Council (1992) o Vanádio no estado natural é um metal branco brilhante. É um elemento traço que já foi considerado um elemento raro. O Vanádio já foi localizado em mais de 50 minerais, incluindo nas apatitas das rochas fosfáticas, tornando-se um dos mais prevalentes entre os elementos traços.
Para o elemento Vanádio, o P8 apresentou a maior concentração (1956,7 mg kg^{-1}) a 50 cm e o P9 a menor concentração (577,544 mg kg^{-1} e), na coleta superficial. Na profundidade de 0 cm, o P8 apresentou a maior concentração (1529,07 mg kg^{-1}) , já a menor foi observada no P9 (577,54 mg kg^{-1}). Em 50 cm, o maior valor foi de 1956,7mg kg^{-1} (P8) e o menor foi de 1237,16 mg kg^{-1} (P2), já em 100 cm a maior concentração esteve presente no P4 (1544,65 mg kg^{-1}) e a menor no P6 (1034,87 mg kg^{-1}), já em 150 cm P5 é a menor concentração(915,58 mg kg^{-1}) e P4 a maior(1647,3 mg kg^{-1}).

Na profundidade de 200 cm, a maior concentração esteve presente no ponto P4 (1647,3 mg kg^{-1}), já a menor ocorreu no P5 (915,58 mg kg^{-1}). Em 250 cm a menor concentração ocorreu no P4 (1501,95mg kg^{-1}) e a menor

no P5 (939,64 mg kg^{-1}), em 300 cm P8 apresentou a maior concentração (1651,57 mg kg^{-1}) e P3 a menor (762,08 mg kg^{-1}).

Segundo Figueiredo et al. (2011) o Vanádio originado da queima de combustíveis fósseis é emitido na forma de óxidos, incluindo VO, V_2O_3, V_2O_4, e V_2O_5; entretanto, durante a combustão, a maior parte do vanádio é emitida como V_2O_5.

Para Silva (2008) o vanádio é o elemento químico de símbolo V, pertencente ao grupo 5b (metais de transição) da tabela periódica. É o 22º elemento em abundância na crosta terrestre, constituindo minerais de rocha, carvão e petróleo. Ele é encontrado também em águas de fonte e na água do mar. Vanádio (V) é o segundo metal de transição mais abundante na água do mar, suplantado apenas pelo Mo, com uma concentração média da ordem de 30 nM. Vários gêneros de tunicatos pertencentes à classe Ascidians acumulam altos níveis de vanádio da água do mar. A figura 3 ilustra a variação da concentração de Vanádio total nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 diferentes profundidades (b).

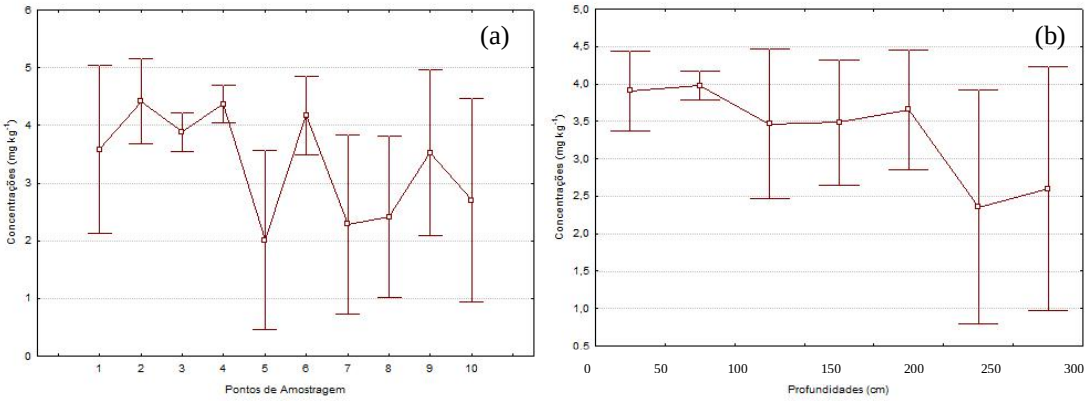

Figura 3 - Variação da concentração de Vanádio nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 diferentes profundidades (b) no cemitério São João Batista, Seberi-RS, 2012.

Como pode ser observado na figura 3, as maiores concentrações de vanádio foram observadas no P8, já a profundidade de 50 cm apresentou os maiores valores desse elemento.

CONCLUSÕES

A técnica de Espectrometria Fluorescência de Raios – X por energia dispersiva demonstrou ser rápida e eficiente para quantificação de metais em solos ocupados por cemitério e com possível utilização para o monitoramento ambiental. Pela análise do solo por EDXRF foi possível determinar as concentrações Titânio e Vanádio.

Foi possível identificar que há relação entre a topografia do terreno e as concentrações dos elementos químicos, de modo que as menores concentrações ocorreram nos pontos de menores cota topográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CORNU, S; LUCAS, Y; LEBON, E; AMBROSI, P; LUIZAO, F; ROUILLER, J; BONNAY, M; NEAL, C. Evidence of titanium mobility in soil profile Manaus, central Amazonia. Geoderma, 91, 1999.
2. FIGUEIREDO, A. M. G.; SÍGOLO, J. B; CAMARGO S.P. ; ENZWEILER, J. ; GUMIERO F.C. ; PAVESE A.C. . Avaliação da Concentração de Vanádio em Solos de Parques da Cidade de São Paulo. In: XIII Congresso Brasileiro de Geologia, 2011, Gramado. XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica III Simpósio de Geoquímica dos Paises do Mercosul, 2011.
3. KEMERICH, P. D DA C; BORBA, W. F. DE ; FLORES, C. E. F; GERHARDT, A. E; SILVA, R. F. DA; BARROS, G. Valores Anômalos de metais pesados em solo de Cemitério (doi:10.4136/ambi-agua.838). Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 140-156, 2012.
4. KEMERICH, P. D. C. ; UCKER, F. E. ; BORBA, W. F. Cemitérios Como Fonte de Contaminação Ambiental. Scientific American Brasil, v. 1, p. 78-81, 2012.

5. MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO, A.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N. R. S.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, H. Qualidade Bacteriológica de Água Subterrânea em Cemitérios. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, vol.25, n.1, p. 47-52, jan./fev. 1991.
6. National Research Council, Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals Mineral tolerance of domestic animals, National Academy Press, Washington DC, EUA (1992).
7. PALMA, S. R.; SILVEIRA, D. D. A Saudade Ecologicamente Correta: A Educação Ambiental E Os Problemas Ambientais Em Cemitérios. vol. (2), n°2, p. 262 –274, 2011.
8. PEIXOTO, E. M. A. Titânio: Química nova na escola. N° 23, MAIO 2006.
9. SILVA, E. S: Desenvolvimento de um sistema de análise por injecção sequencial (SIA) para determinação de vanádio (V) em águas. Curso de Mestrado em Química Analítica. Universidade do Porto. 2008.
10. SILVA, R. W. da C.; MALAGUTTI FILHO, W. Emprego do imageamento elétrico no estudo da contaminação por cemitérios. **Revista Geociências,** Porto Alegre, v. 29, p. 343-354, jan./fev. 2010.
11. STILES, C. A; MORA, C. I; DRIESE, S. G. Pedogenic processes and domain boundaries in a Vertisol climosequence: evidence fron titanium and zirconium distribution and morphology. Geoderma, v. 116,p. 279-299,2003.
12. TEDESCO, M.J,; GIANELLO, C,; GIASSON, E. Avaliação de sistema de aplicação de titânio e vanádio no solo para plantas / Reservatório final das culturas de milho e aveia (2000). Departamento de solos, UFRGS, 2001. 45p.