

VI-096 - VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES EM ÁREA OCUPADA POR NECRÓPOLE NA REGIÃO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Natana Schmachtenberg⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria/ Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul.

Pedro Daniel da Cunha Kemerich⁽²⁾

Professor do Departamento de Ciências Agrônomicas e Ambientais – UFSM/CESNORS

Cristiane Graepin⁽³⁾

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Maria/ Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul.

Paulo Bairros⁽⁴⁾

Técnico em Laboratório de Física – UFSM/CESNORS

Endereço⁽¹⁾: Rua Arthur Milani 657, AP. 102 – Centro- Frederico Westphalen-RS-98400-000-Brasil-+55(51)98053800 natana_2005@yahoo.com.br

RESUMO

A falta de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo, fez com que a área de muitos cemitérios fosse contaminada por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, e por micro-organismos patogênicos. Essa contaminação ocorre quando os cemitérios são implantados em locais que apresentam condições ambientais desfavoráveis. Os poluentes inorgânicos mais tóxicos que ocorrem em solos estão sob a designação de “metais pesados”. O produto da decomposição de corpos humanos, conhecido como necrochorume, é composto de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas tóxicas, além de carga patogênica. Este em meio natural decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo. Foi realizada uma pesquisa no município de Seberi-RS, com o objetivo determinar a qualidade química do solo ocupado pelo cemitério São João Batista. Então foram feitos 10 pontos de amostragem distribuídos pela área do cemitério nomeados como: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10, em que o ponto P1 encontra-se no ponto de maior elevação do terreno, sendo considerado o ponto branco. As amostras foram coletadas com um trado manual Sonda Terra de 4 m de comprimento, a cada 50 cm de profundidade, iniciando-se com a amostra superficial em 0 cm até a profundidade de 300 cm. Para a determinação dos metais foi utilizada a técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X, utilizando-se um Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva, do modelo Shimadzu EDX-720, enquanto que para as determinações de pH foi utilizado um pH-metro com metodologia descrita por TEDESCO, 1995. No estudo realizado, os valores de Alumínio variaram entre 78672,03 e 185479,30 mg Kg⁻¹, o elemento Manganês foi encontrado em concentrações entre 882,49 a 4163,44 mg Kg⁻¹ e os valores de Titânio apresentaram média de 15671,12 mg Kg⁻¹. As concentrações de Ferro encontradas estavam maiores nas profundidades a cerca de 200cm, fator este que pode estar relacionado com o pH do solo, o qual apresentava-se mais ácido a medida que a profundidade aumentava, apresentando estas variações entre 4,8 e 7,9. A falta de valores de referência e estudos mais específicos sobre o uso do solo por necrópoles dificulta conclusões precisas a respeito de possíveis contaminações do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados, necrochorume, contaminação cemitérios.

INTRODUÇÃO

A falta de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo, ao longo de muitas décadas, fez com que a área de muitos cemitérios fosse contaminada por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, e por micro-organismos patogênicos. Essa contaminação ocorre quando os cemitérios são implantados em locais que apresentam condições ambientais desfavoráveis.

Por economia, é comum os municípios elegerem áreas de baixo ou quase nenhum valor de mercado para os sepultamentos. Geralmente terrenos grandes e íngremes em regiões mais afastadas do centro, ignorando uma formação geológica e hidrogeológica (GONÇALVES, 2007).

Os poluentes inorgânicos mais tóxicos que ocorrem em solos estão sob a designação de “metais pesados”. Essa expressão é usada para caracterizar um conjunto muito heterogêneo de elementos, incluindo metais, semi-metais e não-metais e é a mais empregada para designar elementos classificados como poluentes do ar, da água, do solo e dos alimentos (CRUVINEL, 2009).

A escolha do local para cemitérios deve ser feita com critério, observando as características do meio. Embora o solo seja uma barreira natural de proteção aos aquíferos subterrâneos, os fatores que governam sua capacidade em reter metais pesados são extremamente complexos, o que dificulta sobremaneira o seu entendimento e as possibilidades de previsões acerca do comportamento desses elementos, principalmente a longo prazo (BARROS, 2008).

Campos, 2008 em uma pesquisa, onde foram analisados estudos sobre contaminação e as normas ambientais para instalação e manutenção de cemitérios. "O produto da decomposição, conhecido como necrochorume (ou produto da coliquação), é liberado pelo corpo durante seis a oito meses, sendo que cada cadáver pode gerar de 30 a 40 litros", explica. "Composto de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas tóxicas (putrescina e cadaverina), além de carga patogênica, o necrochorume é mais viscoso que a água, de cor acinzentada ou acastanhada, odor forte e desagradável". Se o solo dos cemitérios for poroso e permeável, o necrochorume pode vir a se mover e misturar com a água subterrânea, podendo tornar-se veículo de doenças, caso haja microrganismos patogênicos.

A toxicidade química do necrochorume diluído na água freática relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e aminas. O necrochorume no meio natural decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo.

A utilização de técnicas para determinação multielementar tem se desenvolvido muito nos últimos anos devido ao aumento de análises químicas para uma grande variedade de matrizes. Em função disto, a Fluorescência de Raios-X de Energia Dispersiva (EDXRF) mostra-se como uma técnica muito versátil, podendo ser aplicada em diversas amostras, incluindo as de estado sólido e líquidas, sem necessitar de tratamento exaustivo para a preparação destas matrizes, e também oferecendo a grande vantagem de ser um método analítico não-destrutivo. Entre outras vantagens estão a rapidez, versatilidade, o fato de que não necessita de abertura da amostra e a possibilidade de determinar vários elementos simultaneamente (SHIMIDT, *et al*, 1999), assim como também possui baixo custo de análise, geralmente requer baixo consumo de reagentes e vidrarias e gera pouco ou nenhum resíduo, o que também a torna ideal para se trabalhar em análises de rotina (PATACA, *et al*, 2005).

Segundo Barros 2008, caixões de metal, normalmente não utilizados em sepultamentos, podem causar contaminação do solo por Fe, Cu, Pb e Zn durante vários anos, especialmente em solos com baixo pH.

Com base no tema exposto, este trabalho tem como objetivo geral determinar a qualidade química do solo ocupado pelo cemitério São João Batista, localizado no município de Seberi-RS.

MATERIAIS 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 27° 28'4" S e longitude 53° 24' 09" O, com altitude de 546 metros do nível do mar, abrangendo uma área de 301 Km² e com população de 11,098 habitantes, sendo o mesmo pertencente à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido. A classificação do solo do município é determinado como latossolo, vermelho distroférico típico, gerado pelo processo de latolização, são solos profundos, minerais, não-hidromórficos, com cores que variam de vermelhas escuras a amareladas. 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.

Localização dos pontos de amostragem e coleta de amostras

A gradagem 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 9.0 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, sendo que P1 encontra-se no ponto de maior elevação, sendo considerado o ponto branco.

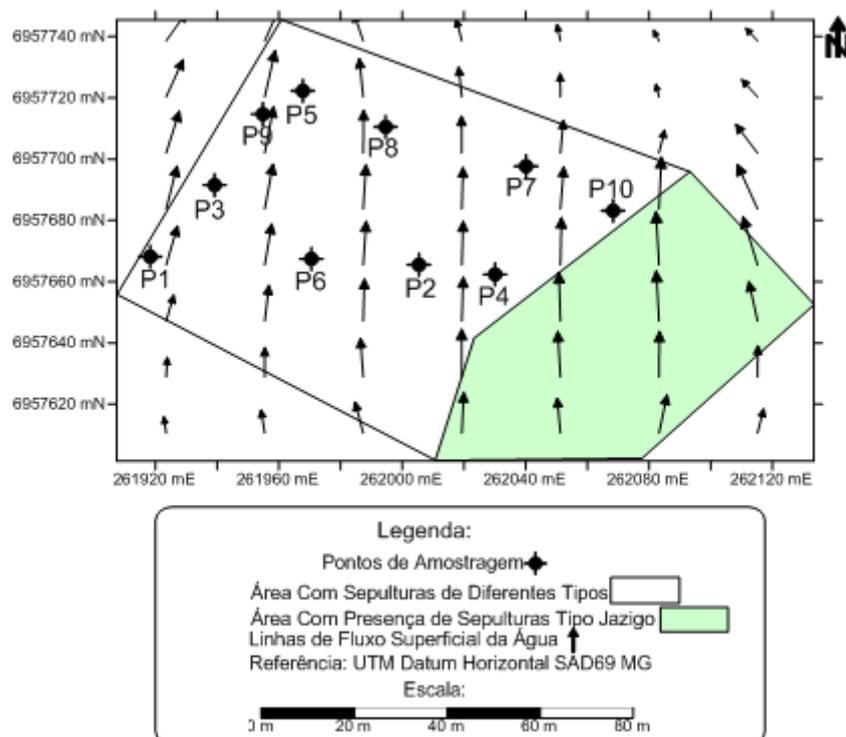


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem em função do escoamento superficial.

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 e deionizada.

Preparo de amostras e determinação com uso da técnica de Espectrômetria de Fluorescência de Raios-X

Foram pesadas 20g de solo e encaminhadas para a secagem em estufa de esterilização e secagem, utilizando vidraria básica de laboratório (béquer 50mL) para sua deposição. O processo de secagem ocorreu a temperatura de 150 °C por duas horas.

Após 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, provenientes do aparelho (Shimadzu Energy Dispersion Fluorescence X-ray Spectrometer Rany, Serie EDX-720) 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. As seguintes condições de operação do equipamento foram selecionadas: tensão do tubo de 15 keV (Na a Sc) e 50 keV (Ti a U) com corrente no tubo 184 μ A e 25 μ A respectivamente, colimador de 10 mm, tempo real de integração de 200 segundos tempo morto do detector de 40% e 39%, sob vácuo e detector de Si(Li) refrigerado com nitrogênio líquido. O método analítico usado é denominado método dos Parâmetros Fundamentais (PF). Este método permite a obtenção da curva de sensibilidade do equipamento para cada elemento de interesse, quando uma amostra de composição química conhecida é submetida a parâmetros instrumentais bem definidos. A curva de sensibilidade do equipamento relaciona a intensidade fluorescente teórica calculada e a medida para cada elemento.

As determinações de pH foram realizadas por metodologia e equipamento anexado na Tabela 1.

Tabela 1. Metodologia e equipamento utilizado para determinação de pH.

Parâmetro	Equipamento	Método descrito por:
pH	pHmetro pH-2100/INSTRUTHERM série 3923/612	TEDESCO, 1995

RESULTADOS

Ferro

O Ferro teve sua concentração variando entre 54815,23 e 205796,3 mg Kg⁻¹, nos 10 pontos distribuídos no solo do cemitério, apresentando valor médio de 168528,67 mg Kg⁻¹ \pm 28600,93.

Nos pontos P1, o qual é o ponto mais alto, P5 e P7 os maiores valores encontram-se nas respectivas profundidades: 150 a 200; 200 a 250 e 200 a 250cm. Sendo que os menores valores deste elemento foram encontrados na profundidade 0, com exceção dos pontos P3, P5 e P8. Na Figura 2, pode-se verificar as concentrações máximas e mínimas deste elemento nos 10 pontos de amostragem.

O ferro é um oligoelemento, considerado o metal de transição mais abundante da crosta terrestre e o quarto de todos os elementos. Seu uso mais frequente é o aço (liga metálica), para a produção de ferramentas, máquinas, veículos de transporte, elemento estrutural de pontes e edifícios. Estudos envolvendo as correlações entre as concentrações de metais traços em solos sobre mineralizações hidrotermais, encontraram associações entre ferro e manganês, refletindo assim no modo de ocorrência comum nos produtos de alteração do ambiente superficial (CARVALHO, 2011).

O ferro é um micromineral, este quando está em pequenas concentrações desempenha funções biológicas essenciais para o homem, animais e plantas. No corpo humano é essencial para as atividades vitais das células, para o funcionamento de todos os órgãos e tecidos dos organismos, bem como para o desenvolvimento neurológico normal (D'OLIVEIRA, 2007).

Em cidades interioranas nas cercanias de cemitérios é comum encontrarmos a utilização de terras para produção agrícola e/ou a instalação de moradias que utilizam abastecimento de água por meio de poços. Caso tenha-se transferências desse metal em elevadas quantidades do solo para a água, pode-se ter uma fonte de contaminação, pois segundo a ANVISA, 2004 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), para um adulto a quantidade de ingestão diária recomendada de Ferro é de 14 mg por dia.

Em excesso, esse metal (hemocromatose) pode ser tóxico para as células, podendo provocar tonturas, fadiga e dores de cabeça. Um estudo tem verificado a associação do ferro com a doença de Parkinson, pois este elemento é encontrado de forma abundante no cérebro humano, o qual pode aumentar a produção de radicais livres, resultando em estresse oxidativo (D'OLIVEIRA, 2007).

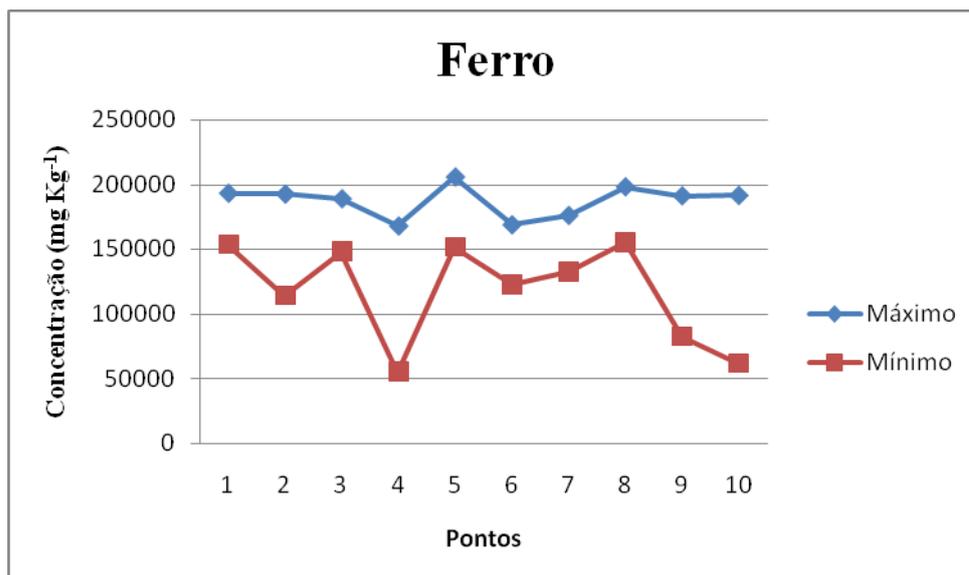


Figura 2. Concentrações máximas e mínimas de Ferro nos 10 pontos de amostragem.

Manganês

O elemento Manganês foi encontrado em concentrações entre 882,49 a 4163,44 mg Kg⁻¹ no estudo realizado no solo do cemitério São João Bastista, com média de 2240,16 mg Kg⁻¹ ± 689,3379.

A maioria das concentrações máximas encontradas estão nas profundidades de 0 a 50 cm, ou seja, mais próximas a superfície do solo. Na Figura 3, pode-se verificar as variações das concentrações máximas e mínimas deste elemento nos 10 pontos de amostragem.

Em um estudo JÚNIOR et al., 1998 encontrou concentrações de Mn variando entre 98 e 1.625 mg kg⁻¹ em solo, sendo que as concentrações máximas encontradas caracterizavam alta contaminação do local. A grande maioria das concentrações obtidas no estudo de caso do solo de cemitério ultrapassaram essas altas concentrações encontradas por JÚNIOR et al., 1998, indicando possível contaminação do solo por este elemento.

O Manganês é um micromineral responsável em manter a atividade de muitas enzimas, tais como a superóxido dismutase mitocondrial (D'OLIVEIRA, 2007), está intimamente associada à química do oxigênio atuando nos processos fotossintéticos de produção de O₂, na degradação oxidativa de lignina, em diversas reações de hidrólise e nos processos de proteção contra estresse oxidativo.

Segundo a ANVISA, 2004 a quantidade de ingestão diária recomendada para um adulto é de 2,3 mg por dia. Conforme D'OLIVEIRA, 2007 o excesso desse elemento diminui o apetite, o crescimento, provoca alucinações, dificuldade de memorização, insônia e dores musculares. O autor ainda aborda que a concentração de manganês no corpo é controlada pela bile e que apenas de 2 a 5% é absorvido pelo corpo. A deficiência do mesmo pode causar perda de peso, fragilidade óssea, dermatite, degeneração do ovário ou testículos e náuseas.

A exposição de forma crônica a esse mineral pode causar distúrbios psiquiátricos como esquizofrenia e distúrbios neurológicos irreversíveis, similares a doença de Parkinson (D'OLIVEIRA, 2007). Segundo PRIETO, 2010 também causa problema crônico do sistema nervoso central, (manganismo ou Parkinson mangânico) e problemas respiratórios como bronquite e pneumonia.

Segundo D'OLIVEIRA, 2007 estudos sugerem que pessoas que trabalham ou ficam expostas a manganês, como em minas e plantações, ou ingerem permanganato de potássio estão sujeitas à toxicidade causada por esse micromineral e correm risco de desenvolver a doença de Parkinson. Experimentos citados pelo autor, em ratos indicavam que o manganês de forma isolada não agride tão intensamente o cérebro como se este estiver

combinado com ferro, podendo então provocar distúrbios maiores a nível cerebral aumentando o risco para o desenvolvimento da doença de Parkinson.

Os óxidos de manganês geralmente contêm elementos traço essenciais para as plantas (cobalto, cobre, zinco, molibdênio) e adsorvem fortemente elementos poluentes como chumbo e cádmio (CARVALHO, 2011).

O manganês é importante para a fabricação de aços, é utilizado em pilhas, na obtenção de pinturas e descoloração de vidro.

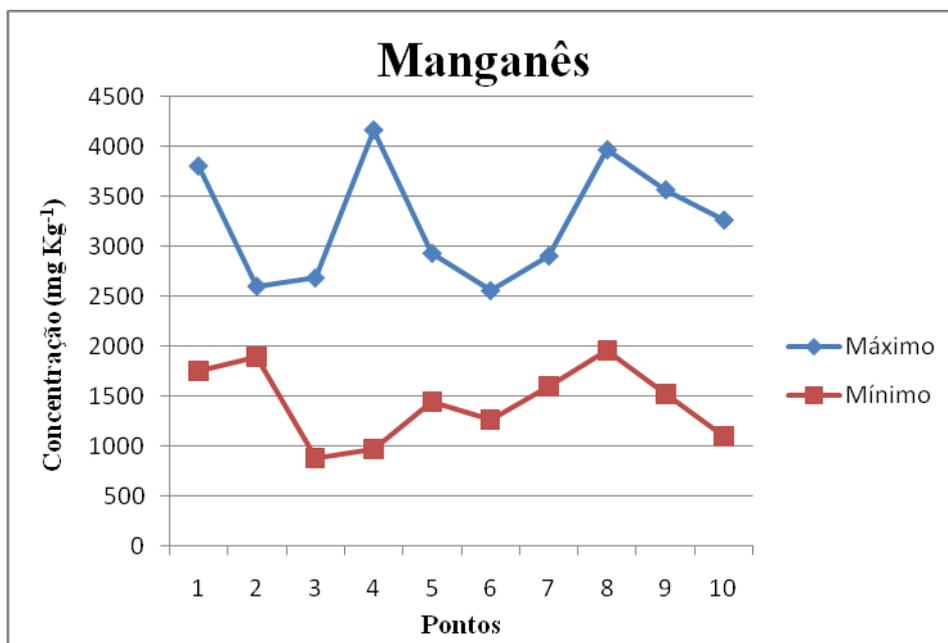


Figura 3. Concentrações máximas e mínimas de Manganês nos 10 pontos de amostragem.

Titânio

No estudo realizado, os valores de Titânio encontrados nos 10 pontos distribuídos no solo do cemitério São João Batista encontram-se entre 7571,23 a 21797,43 mg Kg⁻¹ com média de 15671,12 mg Kg⁻¹ e $\pm 1023,047$. Na Figura 4, pode-se verificar as variações das concentrações máximas e mínimas deste elemento nos 10 pontos de amostragem. As concentrações máximas encontradas nos pontos P1, P3, P5 e P8 encontraram-se na superfície (profundidade de 0cm).

O titânio possui importante correlação com os metais, geralmente é usado como elemento índice na caracterização da homogeneidade do material em perfis de solo (CARVALHO,2011).

Este elemento é o nono elemento em abundância na crosta terrestre. Está quase sempre presente em rochas ígneas e seus compostos são encontrados em cinzas de carvão, em plantas e no corpo humano, estando também em meteoritos, em espectros de estrelas e no Sol. Este também quando aquecido queima e é o único elemento que queima em nitrogênio. Ocorre em diversos minerais, é forte como o ferro, mas é 45% mais leve e é 60% mais pesado do que o alumínio. É utilizado em bijuterias, relógios, raquetes de tênis, laptops, bicicletas, óculos e na fabricação de tintas (PEIXOTO, 2006).

Experimentos mostraram que o quelato de titânio é hábil em promover o desenvolvimento de plantas jovens e pode aumentar a atividade de algumas enzimas (SIQUEIRA, 2006). Segundo PEIXOTO, 2006 não há indícios de que o titânio seja tóxico ao ser humano e por ser biocompatível, o mesmo e suas ligas são usados em próteses.

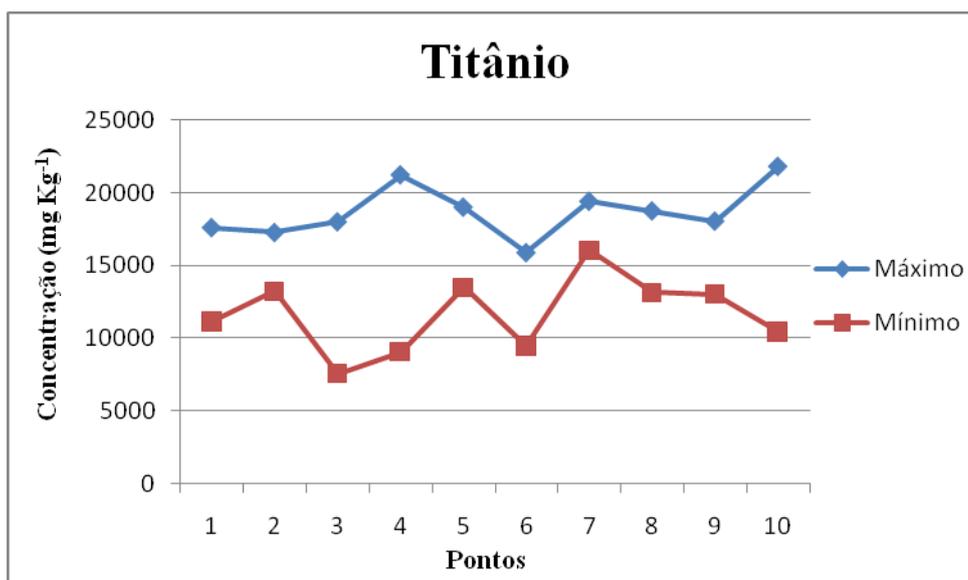


Figura 4. Concentrações máximas e mínimas de Titânio nos 10 pontos de amostragem.

Alumínio

No estudo realizado, os valores de Alumínio encontrados nos 10 pontos distribuídos no solo do cemitério São João Batista encontram-se entre 78672,03 e 185479,30 mg Kg⁻¹ tendo-se como concentração média 146786,5 mg Kg⁻¹ ± 7829,638. Com exceção dos pontos P5, P6 e P8 as concentrações mínimas encontradas localizam-se na parte superficial da área de estudo. Pode-se verificar na Figura 5, as variações das concentrações máximas e mínimas encontradas deste elemento nos 10 pontos de amostragem.

O alumínio é um potente neurotóxico, tanto em experimentos animais quanto em humanos. Estudos mostram que concentrações elevadas de alumínio favorecem o desenvolvimento da doença de Alzheimer.

A água potável é uma das mais importantes fontes de contaminação por este elemento, pois este está presente naturalmente na água devido ao contato com o solo, sendo sua concentração dependente do pH da água, que varia de acordo com a região do planeta.

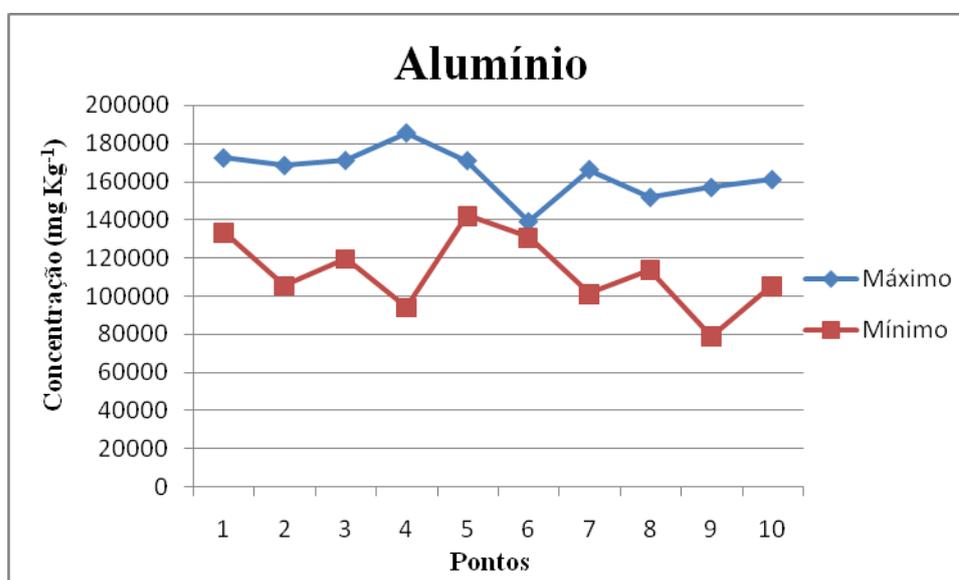


Figura 5. Concentrações máximas e mínimas de Alumínio nos 10 pontos de amostragem.

pH

Nos 10 pontos distribuídos pelo Cemitério São João Batista nas profundidades de 0 a 300 cm os valores de pH encontrados estavam entre 4,8 e 7,9 observando-se que a medida que a profundidade aumenta o valor do pH diminui. A média encontrada foi de 6,06, sendo que um pH médio muito próximo a 7 caracteriza um ambiente neutro para o aquífero livre, tanto nas áreas internas como externas do cemitério.

Caixões de metal, podem causar contaminação do solo por Fe, Cu, Pb e Zn durante vários anos, especialmente em solos com baixo pH (BARROS et all., 2008). Sendo que, o pH pode ser influenciado pela alteração da temperatura e atividade biológica, fazendo assim, com que seu valor altere. Como neste estudo de caso, em que as concentrações de Ferro encontram-se em menor quantidade na parte superior e as maiores entre as faixas de 100 a 300cm, fator possivelmente influenciado pelo pH.

A maior ou menor mobilidade dos metais pesados será determinada pelos atributos do solo, como teores e tipos de argila, pH, capacidade de troca de cátions, teor de matéria orgânica entre outros, que influenciarão as reações de adsorção/dessorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução (BARROS, 2008).

Na Figura 6, tem-se as variações máximas e mínimas do pH nos 10 pontos da área de estudo.

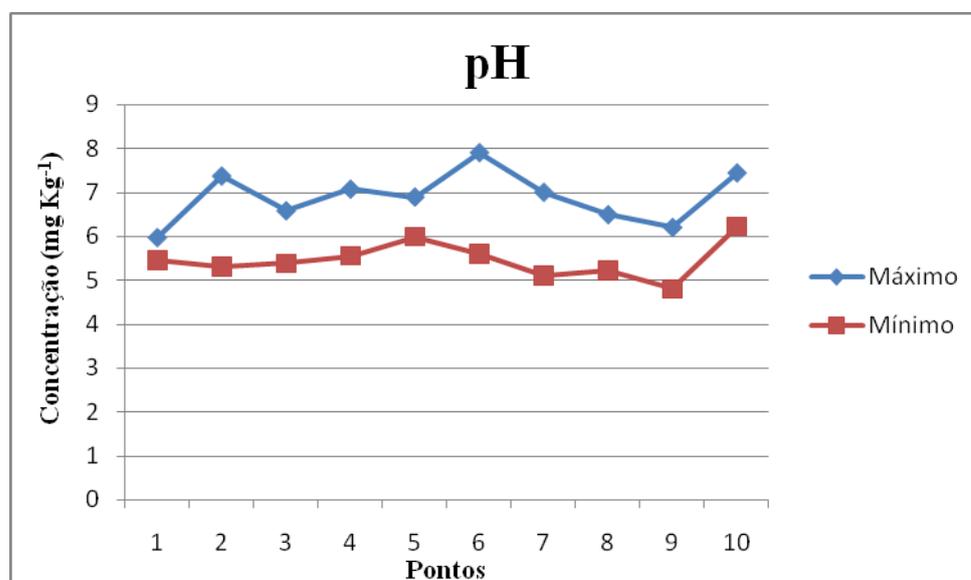


Figura 6. Variações máximas e mínimas de pH nos 10 pontos de amostragem.

CONCLUSÃO

Embora não existam valores de referência na legislação nacional para os elementos estudados, alguns destes apresentaram valores acima dos encontrados em outros estudos, como no caso do elemento Manganês.

No estudo realizado no cemitério São João Batista, os valores de Ferro encontram-se em maiores concentrações na profundidades 200cm, podendo estar relacionado com o pH do solo, o qual apresentava-se mais ácido a medida em que a profundidade aumentava, já as menores concentrações de Alumínio, localizam-se na parte superficial da área do terreno, onde o pH era mais elevado.

A falta de valores de referência e estudos mais específicos sobre o uso do solo por necrópoles dificulta conclusões mais precisas a respeito de possíveis contaminações do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANVISA -Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8989-1-0%5D>. PDF . Acessado em julho de 2011.
2. BARROS, Y. J., MELO, V. de F., ZANELLO, S., ROMANÓ, E. N. de L. & LUCIANO, P. R. **TEORES DE METAIS PESADOS E CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DE SOLOS DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE SANTA CÂNDIDA, CURITIBA (PR)**. Curitiba-PR, 2008.
3. CAMPOS, A. P. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2008.
4. CARVALHO S. R. L. de; BOAS G. da S. V.; FADIGAS F. de S. **ANÁLISE DA ESTRUTURA DE DADOS E AGRUPAMENTO DE VARIÁVEIS DE SOLO RELACIONADAS COM A CONCENTRAÇÃO DE ALGUNS METAIS PESADOS**. Cadernos de Geociências, v. 8, n. 1, maio, 2011.
5. CRUVINEL, D. F. C. **AValiação da fitorremediação em solos submetidos à contaminação com metais**. Tese de Pós-Graduação. Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.
6. D'OLIVEIRA F. A., FRANK A. A., SOARES E. D. A. **A influência dos minerais na doença de Parkinson** *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr J. São Paulo, SP, Brasil*, v. 32, n. 1, p. 77-88, abr. 2007.
7. GONÇALVES R. M. **AValiação físico-química e conteúdo de metais pesados em CMS (CARNE MECANICAMENTE SEPARADA) DE FRANGO E DE BOVINO PRODUZIDAS NO ESTADO DE GOIÁS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2007.
8. JÚNIOR, H. E. D.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; SILVA & R. **METAIS PESADOS, DENSIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA EM SOLO CONTAMINADO POR REJEITOS DE INDÚSTRIA DE ZINCO**. Tese de Mestrado -Universidade Federal de Lavras – UFLA, 1998. R. Bras. Ci. Solo, 22:631-640.
9. PATACA, L. C. *et al.* Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-X por energia dispersiva. São Paulo, *Rev. Quím. Nova*. **28**: 579-582, 2005.
10. PEIXOTO E. M. A. **TITÂNIO**. *Química Nova na Escola*. São Paulo, Nº 23, Maio de 2006.
11. PRIETO L. K., SCHLICHTING C. L. R. **Pilhas e baterias: impacto ao meio ambiente e a saúde do homem**. UNINGÁ Review, p. 33-39. Maringá-PR, 2010.
12. ROMANÓ, E. N. de L. **CEMITÉRIOS: PASSIVO AMBIENTAL MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS**. Instituto Ambiental do Paraná, Ponta Grossa-PR. Disponível em: <http://www.sobrade.com.br/eventos/2005/visinrad/palestras/elma_romano_cemiterio.pdf>
13. SHIMIDT, F. *et al.* 1999. Determinação de alguns metais em solos por Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X de Energia Dispersiva com modelagem por Redes Neurais. *In: IV Congresso Brasileiro de Redes Neurais*, São Paulo.
14. SILVA, R. W. da C. FILHO, W. M. **O emprego de métodos geofísicos na fase de investigação confirmatória em cemitérios contaminados**. UNESP, Brasil, 2009.
15. SIQUEIRA C. H. de; BARBOSA M. S.; MARTINEZ H. E. P. ; PEREIRA P. R. G.; FONTES P. C. R. **EFEITO DA APLICAÇÃO FOLIAR DE CÁLCIO E TETRACLORETO DE TITÂNIO SOBRE A OCORRÊNCIA DE “TIP BURN” EM PLANTAS DE ALFACE** Dissertação de doutorado e Tese de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 17-23, 2006.