

Potencial de contaminação do solo em cemitério na cidade de Seberi – RS Contamination potential of the soil in the graveyard of Seberi City – RS

Pedro Daniel da Cunha Kemerich ¹, Natana Schmachtenberg ², Cristiane Graepin ³, Willian Fernando de Borba ⁴, Ademir Eloi Gerhardt ⁵, Carlos Eduardo Balestrin Flores ⁶,
Guilherme Barros ⁷, Jacson Rodrigues França ⁸

¹ Universidade Federal de Santa Maria - CESNORS - RS - Brasil

^{2,3,4,5,6,7,8} Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria - RS - Brasil

Resumo

A falta de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos em áreas apropriadas, fez com que muitos cemitérios fossem instalados em áreas inadequadas acarretando na contaminação do solo e dos recursos hídricos. Os poluentes inorgânicos mais tóxicos que ocorrem em solos estão sob a designação de “metais pesados”. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo determinar alterações nas propriedades químicas em solo ocupado por cemitério na cidade de Seberi - RS. Para a realização do estudo foram realizadas tradagens no solo nas profundidades de 0 a 300 cm. Para a determinação dos metais foi utilizada a técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X – EDXRF. Os valores de Al variaram de 78672 a 185479 mg kg⁻¹, as concentrações de Ca e Fe variaram de 256 a 38368 mg kg⁻¹ e 54815 a 205796 mg kg⁻¹, respectivamente. Observou-se que os valores dos elementos Al e Ca apresentaram os maiores valores nas menores cotas topográficas nas profundidades até 150 cm, diferentemente do elemento Fe que apresentou o maior valor no ponto P5. Com isso é possível concluir que a área apresenta alterações em função da presença do cemitério.

Palavras chave: águas subterrâneas, alumínio, cadáver, cemitério, ferro.

Abstract

The lack of environmental protection measures in the burial of bodies in appropriate areas caused many cemeteries were installed in unsuitable areas resulting in the contamination of soil and water resources. The most toxic inorganic pollutants which are found in soil under the designation “heavy metals.” In this context, this study aims to determine changes in soil chemical properties occupied by the cemetery in the town of Seberi - RS. For the study were conducted tradagens soil depths 0 - 300 cm. For the determination of metals was used Spectrometry X-Ray Fluorescence - EDXRF. The values of Al ranged from 78,672 to 185,479 mg kg⁻¹, the concentrations of Ca and Fe varied from 256 to 38368 mg kg⁻¹ and 54,815 to 205,796 mg kg⁻¹, respectively. It was observed that the values of the elements Al and Ca showed the highest values in the lower quotas topographic depths up to 150 cm, unlike Fe element that showed the highest value at the point P5. Thus it can be concluded that the area presents changes due to the presence of the cemetery.

Keywords: groundwater, aluminum body, cemetery, iron.

1. Introdução

Com o aumento gradativo da população causada pela explosão demográfica que está ocorrendo nos últimos anos, o meio ambiente passa a receber toda a carga gerada por essa ação, causando, na maioria das vezes uma grande degradação ambiental. O aumento populacional também exige áreas cada vez maiores para sepultamento de corpos humanos. Assim, áreas destinadas à implantação de cemitérios geralmente são escolhidas entre as de baixa valorização econômica, quase sempre em regiões de reduzido desenvolvimento socioeconômico. Essas áreas muitas vezes têm características geológicas e hidrogeológicas não avaliadas devidamente, o que pode levar a problemas sanitários e ambientais de enorme complexidade. Cemitérios são áreas que geram alterações no meio físico e por isso devem ser consideradas sérias fontes de impacto ambiental (KEMERICH *et al.*, 2012b).

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, sendo a mais empregada para designar elementos classificados como poluentes do ar, da água, do solo e alimentos (CRUVINEL, 2009).

KEMERICH *et al.* (2012b) dizem que no Brasil, a maioria dos cemitérios é muito antiga e, exatamente por isso, descompassados em termos de estudos técnicos e ambientais. Considerando essa situação, o Conselho Nacional do Meio Ambiente publicou, em 3 de abril de 2003, a Resolução nº 335 estabelecendo que todos os cemitérios horizontais e verticais deverão ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental. 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 e da qualidade do solo (KEMERICH *et al.*, 2012 a).

Com base no tema exposto, este trabalho tem como objetivo determinar as alterações nas propriedades químicas de um solo ocupado por cemitério na cidade de Seberi-RS.

2. 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 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 11098 habitantes (IBGE, 2009). Esta unidade territorial pertence à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido. A classificação do solo do município é determinada como Latossolo, Vermelho distroférico típico, gerado pelo processo delatolização, são solos profundos, minerais, não-hidromórficos, com cores que variam de vermelhas escuras a amareladas (SOUSA e LOBATO, 2007). 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 (Kemerich *et al.*, 2012a).

Localização dos pontos de amostragem e coleta de amostras

A gradagem para coleta das amostras foi realizada em função da topografia existente no terreno 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* descrita por LANDIM e STURARO (2004), conforme mostra a figura 1. Foram considerados 10 pontos de coleta denominados de P1 a P10, conforme mostra a figura 1, sendo que P1 encontra-se no ponto de maior elevação, sendo considerado o ponto controle. A figura 1 ilustra a área total do cemitério, com os pontos de amostragem e as linhas de fluxo superficial da água, seguindo o método utilizado por KEMERICH *et al.* (2012a).

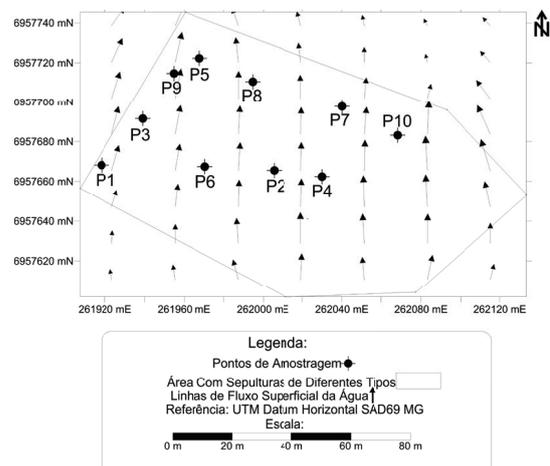


Figura 1 - Fluxo preferencial de água superficial da área de estudo, Seberi-RS, 2011.

Para a coleta das amostras foi utilizado, um trado manual Sonda Terra com 4 m de haste. 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 dos metais

A metodologia utilizada para o preparo das amostras foi o mesmo usado por KEMERICH *et al.* (2012a), onde 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 (KEMERICH *et al.*, 2012a).

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 morto do detector de 40% e 39%, sob vácuo e detector de Si (Li) refrigerado com nitrogênio líquido (PATAKA *et al.*, 2005), tempo real de integração de 200 segundos, diferentemente de WASTOWSKI *et al.* (2009) que utilizou 300 s. O método analítico usado é denominado método dos Parâmetros Fundamentais (FP) descrito por BONA *et al.* (2007), e utilizado por WASTOWSKI *et al.* (2009), 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 (BONA *et al.*, 2007; WASTOWSKI *et al.*, 2009).

3. Resultados e Discussão

Os resultados das determinações dos parâmetros foram separados por pontos e suas respectivas profundidades, representados no quadro 1.

	Prof. (cm)	Concentrações (mg kg ⁻¹)			
		Fe	Al	Mn	Ca
1	0	153489	133304	3803	5882
	0-50	184559	155020	310	738
	50-100	172323	154662	2119	814
	100-150	181990	170678	1892	838
	150-200	19321	172443	1803	357
	200-250	170341	157436	1744	559
	250-300	176588	169513	1803	256
2	0	113887	105273	2138	19224
	0-50	150490	135019	2070	4157
	50-100	168572	138978	2598	1133
	100-150	192628	168459	2434	1169
	150-200	168904	154675	2517	918
	200-250	178369	155223	1936	1038
	250-300	176386	148896	1890	267
3	0	164652	119430	2681	3002
	0-50	187716	156562	2215	1559
	50-100	187068	157217	1777	1027
	100-150	188993	169774	1865	330
	150-200	177982	164285	1489	317
	200-250	185285	171115	1304	587
	250-300	147695	147221	882	698
4	0	54815	93903	969	11528
	0-50	203789	167466	4163	3588
	50-100	190131	170872	3001	1894
	100-150	203940	185479	3301	1339
	150-200	199074	162790	2761	1801
	200-250	177373	157735	1949	363
	250-300	194087	164695	2222	1020
5	0	178437	145659	2835	5855
	0-50	197357	165042	2928	2476
	50-100	172722	142316	2078	1892
	100-150	151346	145269	1439	1755
	150-200	168055	152823	1921	1150
	200-250	205796	171024	2125	1433
	250-300	165128	142220	1637	761

Pontos de Amostragem	6	0	12222	134465	1953	12050
		0-50	163873	133044	2555	2461
		50-100	162198	137602	2045	1827
		100-150	139603	130770	1462	1116
		150-200	168986	138473	2121	1294
		200-250	159399	139067	1744	702
		250-300	161080	139141	1264	899
7	0	132177	101138	2901	4585	
	0-50	141339	111643	2645	1587	
	50-100	176026	152782	2581	1012	
	100-150	169200	143784	2263	647	
	150-200	173947	152033	1947	443	
	200-250	176196	166335	1800	435	
	250-300	174743	152400	1595	464	
8	0	173823	132174	3584	3834	
	0-50	198204	150271	3965	895	
	50-100	155684	141216	2628	749	
	100-150	158767	142007	2167	473	
	150-200	155072	113742	2708	2705	
	200-250	170063	144920	1954	346	
	250-300	189797	151804	2398	562	
9	0	82103	78672	1754	1593	
	0-50	188288	142662	3564	2223	
	50-100	191236	156988	2848	1647	
	100-150	159993	140656	1887	879	
	150-200	172065	148326	1909	1264	
	200-250	155697	135759	1522	588	
	250-300	179066	155028	1767	666	
10	0	61492	105174	1097	38368	
	0-50	183594	142475	3261	1893	
	50-100	182634	156760	2332	847	
	100-150	191565	155119	3028	1020	
	150-200	179268	157938	2045	1698	
	200-250	184979	157043	2149	960	
	250-300	179412	161134	1947	693	

Quadro 1 - Concentrações dos elementos Ferro (Fe), Alumínio (Al), Manganês (Mn) e Cálcio (Ca) por ponto de amostragem nas profundidades de 0 a 300 cm.

Alumínio (Al)

Na área estudada, as concentrações de Al variaram de 78672 a 185479 mg kg⁻¹, com média de 146640 ± 19291 mg kg⁻¹. As concentrações máximas deste elemento estão presentes abaixo de 100 cm, com exceção do P9, em que estas localizaram-se entre 50 e

100 cm, já as mínimas foram analisadas nas amostras superficiais. Segundo NAVA (2005), os solos do sul do Brasil, são caracterizados por apresentarem baixos valores de pH, elevados tores de Al trocável, baixa saturação por bases e baixo teor de fósforo. O alumínio pode agir como elemento acidificante ativando osteores de Hidrogênio (H⁺) (SILVA, 2011).

WASTOWSKI *et al.* (2009) em estudo realizado em Frederico Westphalen – RS, em 6 áreas sob diferentes usos, em duas profundidades (0 - 10 e 10 - 20 cm), encontrou concentrações variando entre 69130 a 108270 mg kg⁻¹ com média de 85700 mg kg⁻¹ e 72760 a 112380 mg kg⁻¹ com média de 87290 mg kg⁻¹, respectivamente, valores estes semelhantes aos encontrados no presente estudo.

A figura 2a ilustra a variação da concentração desse elemento nos 10 pontos de amostragens, já a figura 2b ilustra a variação da concentração nas 7 diferentes profundidades.

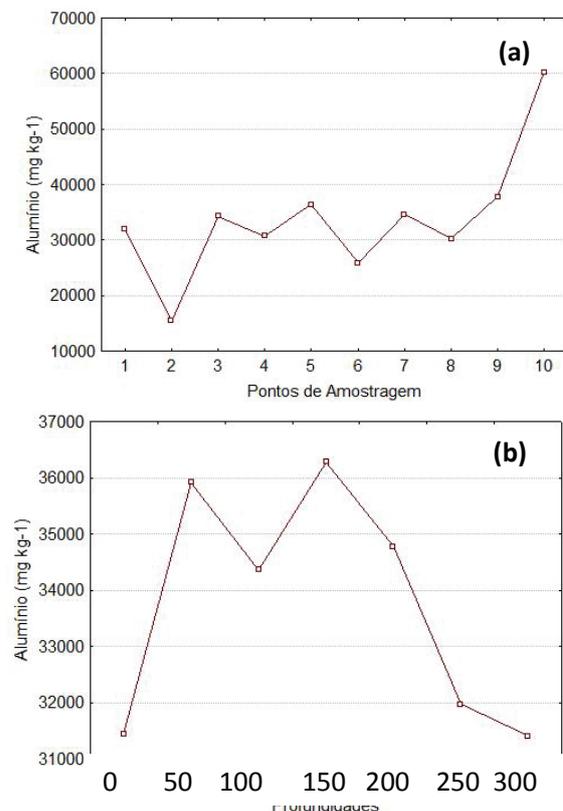


Figura 2 - Variações das concentrações de Alumínio nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 profundidades (b).

Pode ser observado que as maiores concentrações desse elemento ocorreram no ponto P10, evidenciando a relação do elemento com a cota topográfica do terreno, já as maiores concentrações estiveram presentes em 150 cm, profundidade esta onde em média ficam sepultados os corpos humanos.

Cálcio (Ca)

As concentrações de Ca total nos 10 pontos de amostragem variaram de 256 a 38368 mg kg⁻¹, com média de 2502 ± 5266 mg kg⁻¹. As maiores concentrações deste elemento ocorreram nas amostras superficiais, exceto no P9 em que a concentração máxima encontra-se entre 0 e 50 cm. Os menores valores estão abaixo de 200 cm de profundidade.

Em um trabalho realizado no município de Frederico Westphalen – RS, WASTOWSKI *et al.* (2009) encontraram valores variando de 530 a 13680 mg kg⁻¹ e 380 a 9440 mg kg⁻¹ nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

SILVA (2011) diz que os íons básicos (Cálcio e Magnésio) tornam o solo menos ácidos, ou quando em excesso, mais alcalinos. O cálcio aumenta a atividade microbiana, a disponibilidade de molibdênio e de outros nutrientes e melhora o crescimento das raízes das plantas, sendo este um macronutriente secundário juntamente com o magnésio e o enxofre. Atua reduzindo a acidez do solo, este elemento diminui a toxidez do alumínio, cobre e manganês, ou seja, plantas que apresentam altos teores de cálcio resistem melhor a toxidez destes elementos (GIRACCA, 2012). Esse mesmo autor afirma que as formas disponíveis de cálcio são adsorvidas nos colóides do solo. Pela troca de cátions, elas passam para a solução do solo e depois são absorvidas pelas plantas.

Em cemitérios a principal disponibilidade deste composto é por via de decomposição de ossos e adição de cal nas sepulturas. Segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o excesso de cálcio no organismo (hipercalcemia) pode provocar tônus muscular frouxo, constipação, litíase renal (conhecida como pedra nos rins) náusea e, ao final, confusão, coma e inclusive, morte (GONÇALVES, 2007). Este é o quinto elemento mais abundante no corpo humano, é um macromineral indispensável, mais de 99% deste encontra-se em ossos e dentes.

A figura 3 ilustra a variação da concentração de Cálcio nos 10 pontos de amostragem (3a) e nas 7 diferentes profundidades (3b)

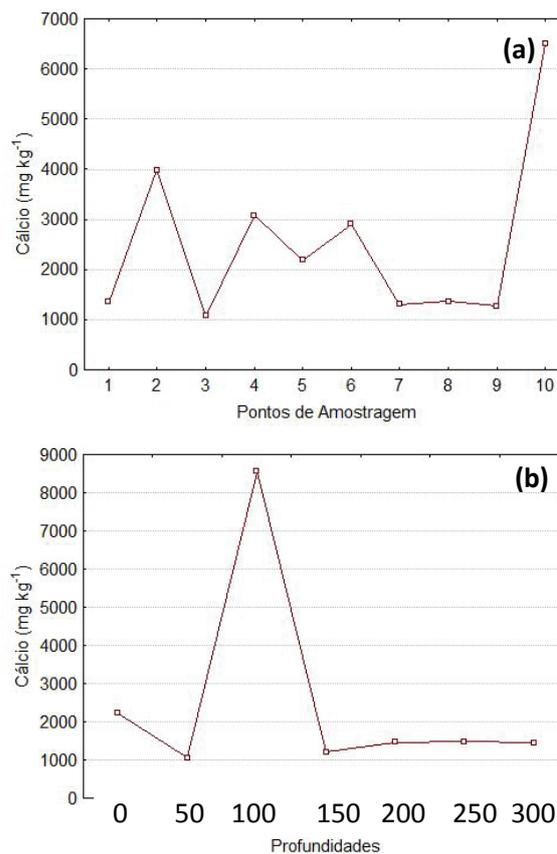


Figura 3 - Variações das concentrações de Cálcio nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 profundidades (b).

Como pode ser observado, as maiores concentrações deste elemento ocorreram no ponto P10, evidenciando a relação da concentração de cálcio com a cota topográfica do terreno, já em relação as profundidades, os maiores valores encontraram-se em 100 cm.

Ferro (Fe)

O Ferro teve sua concentração variando de 54815 a 205796 mg kg⁻¹ apresentando valor médio de 168528,67 ± 28600,93 mg kg⁻¹. Os menores valores deste elemento foram encontrados nas coletas superficiais, com exceção dos pontos P3 (250 e 300 cm), P5 (entre 100 e 150 cm) e P8 (150 e 200 cm). Enquanto que os maiores valores encontram-se abaixo de 100 cm, exceto nos pontos P8 (0 a 50 cm) e P9 (50 a 100 cm), fator este que pode estar relacionado com o pH do solo, pois este interfere na mobilidade de metais, sendo que quanto mais ácido se encontrar o solo, maior poderá ser a lixiviação do Ferro.

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 *et al.*, 2011). No estado de São Paulo, ALMEIDA (2009) encontrou concentração de ferro de 17328 mg kg^{-1} , já WASTOWSKI *et al.* (2009) encontrou concentrações variando entre 69130 a $108270 \text{ mg kg}^{-1}$, na camada de 0-10 cm de profundidade, e 72760 a $112380 \text{ mg kg}^{-1}$ na camada de 10-20 cm.

Segundo GIRACCA (2012), o ferro ocorre nos solos na forma de óxidos primários como a hematita e magnetita. Com o intemperismo, os óxidos e hidróxidos de ferro aumentam nos solos, porém também pode ocorrer deficiência, mesmo em solos com elevados conteúdos de Fe^{2+} , pois pequena proporção permanece solúvel. Este é essencial ao metabolismo energético, atua na fixação do nitrogênio e desenvolvimento do tronco e raízes, a forma iônica absorvida pelas plantas é Fe^{2+} .

Caso tenham-se transferências desse metal em elevadas quantidades do solo para a água, pode-se ter uma fonte de contaminação, pois segundo a ANVISA para um adulto a quantidade de ingestão diária recomendada é de 14 mg por dia.

A figura 4 ilustra a variação da concentração de Ferro nos 10 pontos de amostragem (4a) e nas 7 diferentes profundidades (4b).

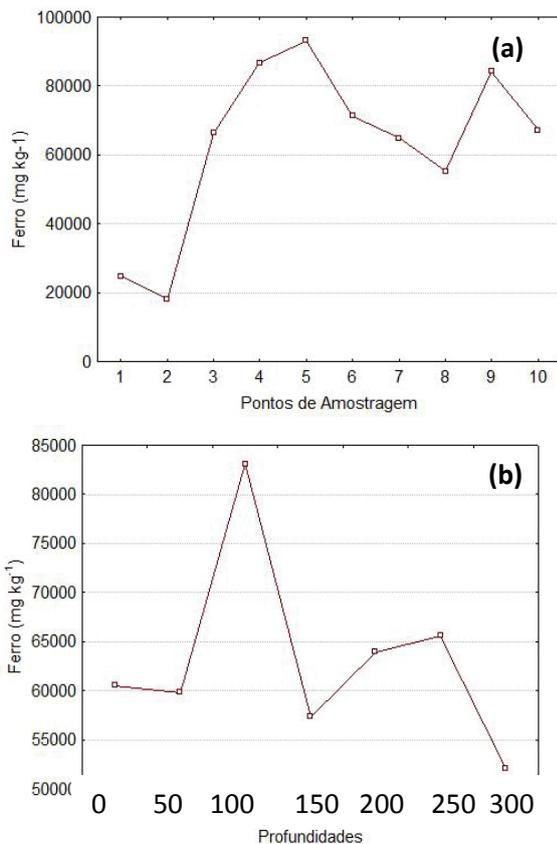


Figura 4 - Variações das concentrações de Ferro nos 10 pontos de amostragem (a) e nas 7 profundidades (b).

Como pode ser observado na figura 4 (a), os maiores valores estiveram presentes no ponto P5, já em relação as profundidades, as maiores concentrações foram observadas na profundidade de 100 cm.

Correlação estatística entre os parâmetros analisados

A tabela 1 ilustra a correlação estatística realizada entre os parâmetros analisados, sendo que os valores destacados na cor vermelha apresentaram correlação positiva. Pode-se observar que o elemento Manganês apresentou correlação direta com Alumínio (0,43), o mesmo foi evidenciado com o elemento Cálcio (0,24), isso indica que houve aumento de ambas as concentrações nas condições de uso. A altitude apresentou correlação inversa com os elementos Ferro (-0,31), Alumínio (-0,54) e Manganês (-0,40), o que evidencia que as maiores concentrações de tais elementos foram identificadas nas menores cotas topográficas, evidenciando as relações das suas concentrações e o escoamento superficial e subsuperficial.

Tabela 1 - Correlação estatística entre os parâmetros analisados.

Parâmetro	Fe	Al	Mn	Ca	Alt.
Fe	1,00				
Al	0,19	1,00			
Mn	-0,06	0,43*	1,00		
Ca	0,01	-0,08	0,24*	1,00	
Alt.	-0,31*	-0,54*	-0,40*	-0,09	1,00

* Destacadas as correlações significativas para $p < ,05000$, $N=70$.

4. Conclusão

De acordo com o presente estudo, o impacto que um cemitério pode provocar ao meio ambiente pode ser relacionado a vários fatores, como o tipo de solo ou ainda as características construtivas. 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 dos elementos Alumínio, Cálcio e Ferro. Foi evidenciado que a área possui relação entre a cota topográfica e as concentrações de alguns elementos analisados. Com base nisso é possível identificar que a área sofreu alterações em suas propriedades químicas decorrente da deposição de corpos humanos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. 2004. **Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004**. Brasília: ANVISA, 2004. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8989-1-0%5D.PDF>> Acesso em: 12 Jul. 2011.

BONA, I. A. T.; SARKIS, J. E. S.; SALVADOR, V. L. R. Análise arqueométrica de cerâmica tupiguarani da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, usando fluorescência de raios x por dispersão de energia (EDXRF). **Revista Química Nova**, São Paulo, v.30, p.785-790, 2007.

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**, Salvador, v. 33, n.1, p. 33-41, 2011.

CONAMA. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Implantação de Cemitérios. In: Resolução Nº 335, de 3 de abril de 2003. Norma Técnica L 1.040. Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33503.xml>>. Acesso em: 3 mar. 2011.

CRUVINEL, D. F. C. **Avaliação da fitorremediação em solos submetidos à contaminação com metais**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2009.

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**. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. da S. **Fertilizantes- Cálcio (Ca)**. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_calcio.aspx>. Acesso em: 28 de junh. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Contagem da população**. 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 mai. de 2011.

KEMERICH, P. D. C. ; BORBA, W. F. ; SILVA, R. F. ; BARROS, G. ; GERHARDT, A. E. ; FLORES, C. E. B. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, p. 140-156. 2012.a.

KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E. ; BORBA, W. F. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. **Revista Cientific American Brasil**, São Paulo, v. 1, p. 78-81. 2012.b.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Rio Claro: DGA,IGCE,UNESP: 2002.

NAVA, I. C. **Estratégias de avaliação e herança da tolerância ao alumínio em linhagens recombinantes de aveia (*Avena Sativa* L.)**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PATACA, L. C.; BORTOLETO, G. G.; BUENO, M. I. M. S. Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-X por energia dispersiva. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.28, n.4, p. 579-582, 2005.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Latossolo**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html>. Acesso em: 12 jul. 2011.

SILVA, S. A. S. da. **Atributos químicos e microbiológicos em latossolo amarelo sob sistemas agroflorestais e floresta secundária em Bragança**. 2011. 100f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

WASTOWSKI, A. D.; DA ROSA, G. M.; CHERUBIN, M. R.; RIGO, J. P. G. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). **Revista Química Nova**, São Paulo, v.33, n.7. p.1449-1452, 2010.