

ANÁLISE DE pH, MATÉRIA ORGÂNICA E TEXTURA DO SOLO, NO CEMITÉRIO NOSSA SENHORA DA PENHA, LAGES-SC

Letícia de Abreu Dutra⁽¹⁾; Mayne de Souza⁽¹⁾; Betina Pereira de Bem⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante do curso Técnico em Análises Químicas do Instituto Federal de Santa Catarina; Lages-SC e-mail: leticiaabreud@gmail.com; mayne_souza@ig.com.br ⁽²⁾ Msc., Professora de Produção Vegetal; Instituto Federal de Santa Catarina; Lages SC, e-mail: betina.bem@ifsc.edu.br

RESUMO: Os cemitérios, muitas vezes, são comparados a aterros sanitários controlados. Ao se decomporem, os corpos liberam uma grande quantidade de efluentes cadavéricos, onde a parte líquida, conhecida como necrochorume, um líquido, viscoso e contém substâncias tóxicas, podendo ser cancerígeno pela alta quantidade de metais pesados. O necrochorume quando em contato com o solo, causa contaminações, assim afetando a população, pois ao chover a água leva o solo contaminado nas proximidades de residências. Este trabalho teve como objetivo, caracterizar parâmetros químicos e físicos do solo do Cemitério Municipal Nossa Senhora da Penha - Lages (SC). Para tal determinou-se o pH, matéria orgânica e textura do solo comparando amostras da área interna da necrópole com amostras do perímetro externo do cemitério. Utilizou-se o método de Tedesco (1995) para a determinação do pH. Para determinação da matéria orgânica foi utilizado o método adaptado de Davies (1974) e para a caracterização física do solo, textura, o método de Day (1965) e Gee & Bauder (1986), adaptado. O teor de matéria orgânica da área interna do cemitério apresentou valores superiores, diferindo estatisticamente da testemunha. O valor de pH, conseqüentemente, mostrou-se mais ácido na área interna do cemitério em relação a testemunha. O teor de textura, em ambos os tratamentos, mostrou valores abaixo dos parâmetros indicados para segurança da área, estando inapropriado para uma necrópole. A ação antropogênica no cemitério Nossa Senhora da Penha - Lages (SC), alterou os parâmetros físico-químicos do solo deste local.

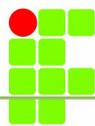
Palavra Chave: Necrópoles, necrochorume, contaminação de solo.

INTRODUÇÃO

Há uma relação entre cemitérios e meio ambiente. Devido à falta de proteção ambiental com o qual o procedimento de enterrar os corpos foi conduzido ao longo das décadas, muitos dos cemitérios, se tornaram áreas contaminadas. Os cemitérios são fontes de contaminação de solo, devido, principalmente, ao necrochorume, efluente cadavérico líquido, viscoso e de cor acinzentada, com cheiro acre e fétido, gerado durante o processo de decomposição do cadáver. O necrochorume, é rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, incluindo alcaloides cadavéricos, compostos de cadaverina e putrescina, que são duas aminas tóxicas.

As substâncias cadavéricas, resultantes do processo de putrefação, são portadoras de germes patogênicos e quando transportadas por água de superfície, tornam-se agentes de contaminação ambiental, poluindo rios, reservatórios e redes de distribuição de água (MACHADO, 2006). Essa contaminação ocorre devido à implantação de cemitérios em locais que apresentam condições desfavoráveis.

Há um fator dominante da interação entre o solo e o contaminante orgânico, a matéria orgânica. A matéria orgânica do solo é uma das principais responsáveis pela formação de resíduos ligados por meio de ligações químicas e retenção nas frações húmicas (sorção externa e penetração nos vazios internos) (FELIX; NAVICKIENE; DÓREA, 2007). A construção de cemitérios deve ocorrer em solos com textura média, já que solos de textura muito fina favorecem anaerobiose, o que dificulta a decomposição, e solos de textura



grosseira possuem maior potencial de contaminação do aquífero freático. Além disso, recomenda-se que o nível hidrostático esteja a pelo menos 2,5 m da superfície, deixando uma zona insaturada de pelo menos 0,7 m para evitar a contaminação da água subterrânea (BOUWER, 1978).

Neste contexto, é importante a busca e a formação de competências que vão desde o domínio, a concepção, o planejamento, a investigação de processo, que permitam identificar, analisar e elaborar estudos, para diminuir o nível de poluição do solo. Este trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros químicos e físicos, como pH, textura e matéria orgânica do solo do cemitério municipal Nossa Senhora da Penha no município de Lages-SC e comparar os mesmos com amostras da área externa do cemitério.

METODOLOGIA

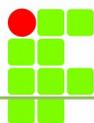
As amostras, foram coletadas no Cemitério Municipal Nossa Senhora da Penha, localizado no bairro Penha em Lages-SC, coordenadas 57°02'50" W; 69°23'60"S. Foram retiradas dez amostras na área interna do cemitério, de forma aleatória para representação da área total da necrópole. Para análise de comparação foram retiradas dez amostras no perímetro externo ao cemitério, caracterizando as amostras testemunhas. A retirada das amostras de solo foi feita com auxílio de trado holandês (figura 1), com profundidade de 0-20cm. Todas as amostras foram acondicionadas separadamente em sacolas de papel, devidamente identificadas.

Após a coleta as amostras foram encaminhadas ao laboratório de análises químicas do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Lages, onde foram homogeneizadas, secas em estufa à 80 °C por 72 horas obtendo-se terra fina seca em estufa (TFSE). Posteriormente foram acondicionadas em potes plásticos para armazenamento.

Figura 1 – Modelo de trado holandês utilizado nas coletas de amostras.



Fonte: Sondaterra.



MÉTODO DE ANÁLISE DE DETERMINAÇÃO DE pH

Para determinar o pH do solo, foi utilizado o método de determinação de pH em água, segundo Claessen et al. (1997). Pesou-se em um béquer 10g de solo (TFSE) de cada amostra e foi adicionado 10 mL de água destilada. Após 30 minutos de agitação fez-se a leitura através de pHmetro (modelo mPA-210), previamente calibrado.

ANÁLISE TEXTURAL DO SOLO

Para a determinação da textura do solo, foi utilizado o método da pipeta adaptado, segundo Day (1965) e Gee & Bauder (1986). Foram pesados 50 g de TFSE em um béquer pré-pesado e transferido para um erlenmeyer de 150 mL, após foram adicionados 70 mL de água destilada e 10 mL de NaOH 1N. As amostras foram agitadas durante três horas em agitador de bancada horizontal, com duas pequenas bolas de acrílico em cada erlenmeyer, para auxiliar na desagregação do solo durante a agitação.

Em seguida o material foi peneirado para uma proveta de 1000 ml, através de peneira com malha 0,053mm, para separação da fração areia. Foram usados jatos de água destilada até completar o volume de 1000 mL e após mantido em repouso por quatro horas.

A fração de areia que ficou retida na peneira foi transferida posteriormente para um béquer de 100mL pré-pesado e levada a estufa até evaporação total da água. Para separação da areia grossa e fina, as amostras foram peneiradas novamente, em peneira de malha 0,25mm e depois determinadas através de pesagem em balança analítica. Após o repouso de quatro horas foi pipetado 50 ml da solução de solo contida na proveta, a 5 cm de profundidade, em béquer, pré-pesado, e levado a estufa, após seca foi pesada. Os valores finais foram obtidos através das formulas abaixo:

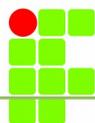
$$\text{Areia total} = \frac{[(\text{peso becker} + \text{areia}) - \text{peso becker (1)}]}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

$$\text{Areia fina} = \frac{[(\text{peso becker} + \text{areia fina}) - \text{peso do becker (2)}]}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

$$\text{Areia grossa} = \text{areia total} - \text{areia fina}$$

$$\text{Argila} = \frac{[(\text{peso becker} + \text{argila}) - \text{peso do becker (3)}]}{\text{peso da amostra}} \times 20 \times 100$$

$$\text{Silte} = 100 - (\text{argila} + \text{areia})$$



MÉTODO ANALÍTICO DE TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA

Os teores de matéria orgânica, foram obtidos através do método de calcinação “*Loss of Ignition*”, adaptado de Davies (1974). Primeiramente as amostras foram secas em estufa a 105°C por duas horas em seguida pesado 4g da amostra em cadinho de porcelana pré-pesado e por fim levadas para a mufla a 500°C por cinco horas. Os teores foram obtidos por diferença. Os valores da textura do solo e matéria orgânica, foram convertidos de porcentagem para $g\ kg^{-1}$, (gramas por quilogramas) para realização das análises estatísticas.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os valores obtidos foram, calculados, tabulados e submetidos à análises estatísticas com o auxílio do software de estatística SAS (Statistical Analysis Systems). As médias foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e a detecção de diferenças significativas entre os tratamentos foi obtida através do teste F ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solos profundamente modificados pela atividade humana com a incorporação de materiais orgânicos como esterco, urina, refugos domésticos e lama, são reconhecidos praticamente em todo o mundo, em que a atividade agrícola foi intensa e por longo tempo. Além de nomes regionais, são reconhecidos em nível categórico elevado, como Antrossolos ou Antropossolos pelo World Reference Base (FAO, 2006), ou fazem parte de solos com horizontes *plaggen* e *antropic*, como no Sistema Americano de Classificação de Solos (Soil Survey Staff, 1998).

Em áreas como as de cemitérios, os solos foram classificados como Antropossolos, de acordo com Curcio et al. (2004), em razão da descaracterização de seus perfis, sendo observado inversões de horizontes, além de restos de materiais agregados ao solo, tais como: pedaços de caixões, ossos, calça, panos, animais e peças cerâmicas, oriundas de atividades religiosas (ROMANÓ, 2003).

A tabela 1, apresenta os parâmetros químicos e físicos do solo, analisados no cemitério municipal Nossa Senhora da Penha e das testemunhas, retiradas da área externa do cemitério, de 0-20cm de profundidade.

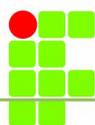


Tabela 1 – Resultados das análises de atributos do solo: pH, matéria orgânica, argila, areia e silte.

Tratamento	pH H ₂ O	MO	Argila	Areia	Silte
Área interna do cemitério	5,20B*	39,73A	61,90B	268,91A	665,53A
Testemunha	5,89A	27,78B	92,89A	330,78A	575,72A
Coefficiente de Variação	5,47	18,81	20,06	34,68	18,47

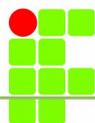
*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Produção dos autores.

Comparando a área interna do cemitério com a testemunha, observou-se que o pH da testemunha apresentou valor mais elevado do que a área interna apresentando diferença estatística ($P \leq 0,05$), porém ambos são caracterizados como solos ácidos.

No processo de decomposição da matéria orgânica há formação tanto de ácidos orgânicos como de inorgânicos. O ácido mais simples e encontrado em maior abundância, é o carbônico que resulta da combinação do óxido carbônico com a água. Por ser um ácido fraco não pode ser responsabilizado pelos baixos valores de pH do solo. Os ácidos inorgânicos, como os ácidos sulfúrico e nítrico, e alguns ácidos orgânicos fortes são potentes supridores de íons de hidrogênio do solo. A acidez do solo surge com o contato dos ácidos do solo com a solução aquosa, dissociando em ânion e hidrogênio (OLIVEIRA; COSTA, 2009). Segundo SBSC (2009) apud Floriani (2013) o pH tem papel importante sobre os complexos solúveis, muitos deles envolvendo íons metálicos e ligantes orgânicos. Pois a diminuição do pH favorece a formação de cátions metálicos livres.

Os teores de matéria orgânica das amostras da área interna foram superiores estatisticamente ($p \leq 0,05$) em relação as amostras da área externa. Isso ocorre devido ao processo de putrefação, que como produto, há a liberação do necrochorume, substância composta basicamente por água, sais minerais e substâncias orgânicas tóxicas (Segato; Silva, 2000). Segundo Matos (2001) apud Silva e Filho (2008) os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres são degradáveis e causam um aumento da atividade microbiana no solo sob a área de sepultamentos. Ocorrendo também um aumento na presença



de compostos de nitrogênio e fósforo, na concentração de sais (Cl^- , HCO_3^- , Ca^{+2} , Na^+) e conseqüentemente no pH. (Silva; Filho, 2008).

Silva (1995) apud Silva e Filho (2008) afirmam, que a porcentagem ideal de argila no solo é na faixa de 200 a 400 g kg^{-1} , para que os processos de decomposição aeróbica e as condições de drenagem do necrochorume sejam favorecidos. Os valores analisados de argila foram 61,9 g kg^{-1} e 92,9 g kg^{-1} , para amostras internas e externas do cemitério, respectivamente. Os valores obtidos foram inferiores ao recomendado, possivelmente por se tratarem de antropossolos, que foram modificados, além de aterrados com cascalhos.

Para Üçisik e Rushbrook (1998) apud Floriani (2013), solos oriundos de arenitos, textura grossa, com uma zona insaturada muito pequena, têm fraca capacidade de filtração e não são adequados para cemitérios. Solos de textura fina, com grande área superficial específica como argila, alta capacidade de troca de cátions (CTC) são os mais adequados para maximizar a retenção de líquidos humorosos. Porém, nos solos analisados, ambos os tratamentos foram caracterizados como franco-siltosos, não havendo diferença estatística para os valores de areia e silte. Os solos francos, ou de textura média, exibem propriedades leves e pesadas em proporções aproximadamente iguais. O grupo franco é subdividido em franco-arenoso, franco, franco-siltoso, franco-argiloso, franco-argilo-arenoso e franco-argilo-siltoso. Sua faixa de textura varia de moderadamente grosseiro a moderadamente fino (Fageria; Stone, 2006).

No que concerne aos aspectos do solo, a legislação ainda deixa dúvidas sobre características intrínsecas como textura, porosidade, teor de argila, pH, entre outras, que o solo deve possuir para assegurar a qualidade dos mananciais e da saúde pública (Floriani, 2013).

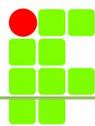
CONCLUSÕES

O teor de matéria orgânica e pH das amostras internas do cemitério foram superiores ao das amostras do perímetro externo ao cemitério (testemunhas), provavelmente devido ao processo de decomposição dos corpos onde há a liberação do necrochorume.

A textura do solo, de ambos os locais analisados, está inapropriada de acordo com recomendações de parâmetros adequados para uma necrópole.

Os solos tanto da área interna como externa do cemitério, foram caracterizados como franco-siltosos, não havendo diferença estatística para os valores de areia e silte.

A ação antropogênica no cemitério Nossa Senhora da Penha - Lages (SC), alterou os parâmetros físico-químicos do solo deste local.



AGRADECIMENTOS

As autoras, agradecem, os seus familiares pelo incentivo, apoio e paciência que tiveram durante o trabalho.

A professora Betina P. de Bem por sua orientação e dedicação ao decorrer do trabalho.

Ao professor Fernando D. Zinger, por sua paciência e aprendizado.

A professora Luciane C. de Oliveira por sua coorientação e ajuda.

Ao responsável, pelos laboratórios do IFSC Campus Lages, Délcio V. Neto, por ter nos ajudado e acompanhado em todas as análises realizadas e ao estagiário Jefferson Luis de Oliveira.

A secretaria do meio ambiente do município de Lages-SC, por autorizar a coleta das amostras no cemitério Nossa Senhora da Penha.

Ao bolsista do curso de agroecologia e estudante de agronegócio, Marcos Silvio F. da Silva por ter coletado as amostras no cemitério.

E aos professores do campus, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BOUWER, H. **Groundwater hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1978. 375p.

CLAESSEN, Marie Elisabeth Christine et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

CURCIO, G.R; LIMA, V.C.; GIAROLA, N.F.B. Antropossolos: proposta de ordem (1a aproximação). 1 ed. Colombo, Embrapa Florestas, 2004.

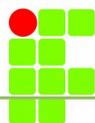
DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. Soil Sci. Soc. Am. Proc, v. 38, p. 347-353, 1974.

DAY, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. **American Society of Agronomy**, 1: 545-566.

FAGERIA, Nand Kumar; STONE, Luís Fernando. **Qualidade do Solo e Meio Ambiente**. 197. ed. Santo Antônio do Goiás: Embrapa, 2006. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF/25088/1/doc_197.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2015.

FAO-ISSS-ISRIC. **World reference base for soil resources**. A framework for international classification correlation and communication. Roma, 2006. 127p.

FELIX, Fabiana Ferreira; NAVICKIENE, Sandro; DÓREA, Haroldo Silveira. Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) como Indicadores da Qualidade dos Solos. **Revista da Fapese**, São Paulo, v. 3, n. 2,



p.39-62, Dez/2007. Disponível em: <http://www.fapese.org.br/revista_fapese/v3n2/artigo4.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2015.

FLORIANI, Greice Kelli. **Teores de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, E Zn do solo do cemitério Nossa Senhora da Penha, Lages – SC**. 2013.57 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo – Área: Caracterização, Conservação e Uso dos Recursos Naturais) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós – graduação em Manejo do Solo, Lages, 2013.

GEE, G.W. & BAUDER, J.W. 1986. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. **American Society of Agronomy**, 1: 383-411

LUCIANO, M. Sc Rodrigo Vieira; ALBUQUERQUE, Dr. Jackson Adriano; PÉRTILE, Enga. Agra. Patricia. **APOSTILA DE MÉTODOS DE ANÁLISES DE SOLO FÍSICA DO SOLO** 2009. 36 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias Departamento de Solos e Recursos Naturais, Udesc-cav, Lages, 2009. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/208748139/Apostila-Praticas-de-Fisica-do-Solo>>. Acesso em: 21 nov. 2014.

MACHADO, S. S. **Análise ambiental dos cemitérios: um desafio atual para a administração pública**. Revista de C. Humanas, v. 6, n. 1, p. 127-144, 2006.

OLIVEIRA, Itamar Pereira de; COSTA, Kátia Aparecida de Pinho. **FORMAÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO**. 2009. Disponível em: <http://www.fmb.edu.br/ler_artigo.php?artigo=261>. Acesso em: 14 jun. 2015.

ROMANÓ, E. N. L. Caracterização do meio físico no Cemitério Municipal do Boqueirão e no Cemitério Municipal de Santa Cândida no município de Curitiba – PR. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. 98p.

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 8.ed. Washington, United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, 1998. 328p.

ÜÇISIK, A. S., e RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing**. Denmark: Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. 11 p. 1998.
