

rLAS

**Revista Latino-Americana
Ambiente e Saúde**

Imagem de Bruna Fernanda da Silva

Volume 03, número 01
Ano 2018 | Lages, SC, Brasil
ISSN: 2526-219X



Sumário

1. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA IN VITRO DOS EXTRATOS DE *Punica granatum* E DE *Physalis peruviana* L. FRENTE À *Salmonella* HEIDELBERG E *Staphylococcus aureus*.

Rafael Levandowski; Enzo Mistura1; Ana Luiza Lora1; Bruna Webber; Caroline Peixoto; Laura Beatriz Rodrigues.

2. TEORES DE ELEMENTOS-TRAÇO EM SOLO DE CEMITÉRIO EM LAGES (SC, BRASIL)

Greice Kelli Floriani; Mari Lucia Campos; David José Miquelluti; Dreyce Kisholli Bueno; Leonardo Josoé Biffi; Josieli Pietro Biasi; Andrei de Souza da Silva.

Publicado: 04 de novembro de 2019

rLAS

REVISTA LATINOAMERICANA
AMBIENTE E SAÚDE

 **UNIPLAC**
EDITORA

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA *IN VITRO* DOS EXTRATOS DE
Punica granatum E DE *Physalis peruviana* L. FRENTE À *Salmonella*
HEIDELBERG E *Staphylococcus aureus***

**IN VITRO ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF *Punica granatum*
AND *Physalis peruviana* L. AGAINST *Salmonella* HEIDELBERG AND
*Staphylococcus aureus***

Rafael Levandowski¹, Enzo Mistura¹, Ana Luiza Lora¹, Bruna Webber²,
Caroline Peixoto³, Laura Beatriz Rodrigues⁴

Resumo

O uso de antibióticos cria barreiras comerciais na avicultura brasileira, dificultando o controle de bactérias de interesse sanitário, também apresenta risco à saúde pública devido à multirresistência de bactérias patogênicas. Através da difusão em ágar Muller-Hinton, este trabalho qualitativo comprovou *in vitro* a ação inibitória de crescimento bacteriano do fitoterápico *Punica granatum* frente a cepas de *Salmonella* Heidelberg e *Staphylococcus aureus*. O extrato de *P. peruviana* L. não apresentou ação nos testes realizados com *S. Heidelberg* e *S. aureus*, se opondo a outros estudos. O trabalho sugere pesquisas complementares sobre efeitos da refrigeração sobre ácidos fenólicos e flavonoides do extrato de *P. peruviana* L.

Palavras-chave: Romã. Fitoterápico. Antibiótico. Physalis.

Abstract

The use of antibiotics creates commercial barriers in Brazilian poultry farming, making it difficult to control health interest bacteria, also presents a risk to public health due to the multiresistance of pathogenic bacteria. By diffusion methodology in Mueller-Hinton

¹ Graduando em Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. E-mail: rafaelldk28@gmail.com

² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo.

⁴ Professora Doutora em Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo

Universidade de Passo Fundo: BR 285, São José | Passo Fundo/RS | CEP: 99052-900

agar, this qualitative work proves in vitro the inhibitory action of phytotherapeutic *Punica granatum* against strains of *Salmonella* Heidelberg and *Staphylococcus aureus*. *Physalis peruviana* L. extract had no effect on our tests with *S. Heidelberg* and *S. aureus*, opposing other studies. This paper suggests further research on the effects of refrigeration on phenolic and flavonoids acids from *P. peruviana* L. extract.

Key words: Pomegranate. Phytotherapeutic. Antibiotic. Physalis.

1. INTRODUÇÃO

O uso inadequado de antimicrobianos no tratamento de doenças, na profilaxia e como promotor de crescimento são as principais causas de bactérias multirresistentes (BMR) aos antibióticos disponíveis no mercado. Assim, parte das pesquisas acadêmicas e privadas está voltada para a busca de novos agentes antimicrobianos.

Países importadores de produtos brasileiros exigem o não uso de diversos antibióticos como promotores de crescimento (APC). Para alcançar mercados externos, diversos antimicrobianos são proibidos na indústria brasileira. A clortetraciclina, oxitetraciclina, penicilina, clorafenicol, furazolidona, nitrofurazona, Sulfisnamidas sistêmicas e avoparcina são exemplos de fármacos que tiveram o uso vetado na avicultura brasileira por portarias do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA),

visando à exportação para países da União Européia (EU) e, conseqüentemente, evitar o surgimento de BMR (BRUMANO; GATTÁS, 2009).

Os patógenos utilizados neste estudo são isolados frequentes em infecções ou alimentos contaminados. Se classificam inicialmente de acordo com o peptidoglicano presente na parede celular bacteriana que, quando expostos a agentes externos, como fitoterápicos, podem apresentar resultados diferentes. *Staphylococcus aureus* é uma bactéria de coloração gram-positiva, patogênica e comumente encontrada em infecções na bovinocultura de leite, promovendo a mastite subclínica. É também reportada em casos de DTAs, representando risco à saúde pública. Das bactérias gram-negativas, a *Salmonella* spp. se destaca devido ao seu potencial infectante e de formação de biofilme, apresentando resistência aos controles de

higienização. A salmonelose é uma das principais doenças alimentares reportadas pelos órgãos internacionais de saúde.

A fitoterapia, que significa tratamento pelas plantas, está entre os programas preventivos e curativos e tem estimulado pesquisas que avaliam os extratos de plantas, devido ao seu menor efeito citotóxico e custo, além da procura por maior prevenção e ação curativa (PINTO, et al., 2015). No ano de 2011 a ANVISA listou mais de 60 produtos naturais que podem ser usados para tratamento de diversas doenças, entre eles está alguns dos comumente utilizados, como aloe vera (babosa), calêndula e cravo.

A multirresistência é uma das principais causas na falha do tratamento de infecções em animais e humanos. O uso de antibióticos, como demonstrado, também cria barreiras comerciais na avicultura brasileira, dificultando o controle de bactérias de interesse sanitário. Na busca de alternativas antimicrobianas, este trabalho qualitativo avaliou *in vitro* a ação inibitória de crescimento bacteriano dos fitoterápicos *Punica granatum* e *Physalis peruviana* L. frente a cepas de

Salmonella Heidelberg e *Staphylococcus aureus*.

2.MATERIAIS E MÉTODO

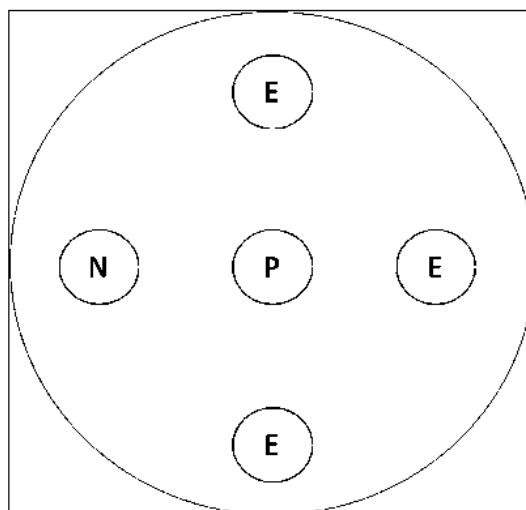
A matéria prima (cascas liofilizadas de *P. granatum*, popularmente denominada romã) foi obtida através do protocolo proveniente de Teles e Costa (2014). Foram realizadas variações do protocolo, 1,5g de cascas secas de *P. granatum* foram diluídas em 9mL de água destilada estéril para obtenção do extrato aquoso na concentração 1/6 (16,6%), sem cocção. O extrato aquoso de *P. peruviana* L., na concentração 1/2 (50%), foi obtido através do protocolo descrito por Filippi et al. (2018) e armazenado em refrigeração.

Para o teste de atividade antimicrobiana, placas estéreis com ágar Mueller-Hinton (MH) foram previamente preparadas com três orifícios para a inserção dos extratos aquosos e um orifício para a inserção do controle negativo com óleo mineral estéril. O controle positivo foi realizado pelo método de disco-difusão com discos de amoxicilina (Figura 1).

Foram inoculadas cepas de *S. Heidelberg* e cepas de *S. aureus* com o auxílio de swabs estéreis, ambas em triplicata. Após secagem, 5 minutos da inoculação, foram inseridos 80µL do extrato aquoso de *P. granatum* e de *P.*

peruviana L. nos orifícios e incubadas por 24 horas na temperatura 37±1°C. Após 24h, foi realizada a leitura de halos nas placas com o auxílio de um contador de colônias.

Figura 1 – Representação da Placa de Petri utilizada no teste de atividade antimicrobiana. Onde “N” representa o controle negativo, “P” o controle positivo e “E” o extrato aquoso do fitoterápico.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em todos os testes o controle negativo não demonstrou inibição do crescimento bacteriano e o controle positivo com disco de amoxicilina resultou em halos com média de 15mm. Ambos patógenos, *S. aureus* e *S. Heidelberg*, apresentaram inibição de crescimento frente ao extrato aquoso de *P. granatum*. O extrato de *P. peruviana* L. não demonstrou atividade antimicrobiana frente a nenhuma das

cepas testadas. O resultado da medição dos halos de inibição está demonstrado a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da medição dos halos formados frente ao respectivo fitoterápico.

Placa	Patógeno	Fitoterápico	Halo (mm)
1	<i>S. Heidelberg</i>	<i>P. peruviana</i> L.	0
2	<i>S. Heidelberg</i>	<i>P. peruviana</i> L.	0
3	<i>S. Heidelberg</i>	<i>P. granatum</i>	11
4	<i>S. aureus</i>	<i>P. granatum</i>	14
5	<i>S. aureus</i>	<i>P. granatum</i>	14
6	<i>S. aureus</i>	<i>P. peruviana</i> L.	0

Neste experimento ficou demonstrado que o extrato aquoso de *P. granatum* possui efeitos antimicrobianos frente à *S. Heidelberg* e *S. aureus*. O tamanho médio do halo formado para *S. aureus* foi de 14mm, e para *S. Heidelberg* o tamanho médio do halo formado foi de 11mm. Alterações do protocolo da diluição das casas de romã foram realizadas com a finalidade de minimizar modificações ou perdas por cocção das propriedades fitoterápicas do fruto. Outros estudos, como de Teles e Costa (2014), já haviam demonstrado esse efeito contra *S. aureus*, porém com cocção do extrato e pela metodologia de difusão com discos. É comprovado por Choi et al. (2011) a atividade antimicrobiana do *P. granatum* frente a diferentes sorovares de *Salmonella* usando o teste de disco-difusão, porém com o extrato baseado em etanol e sem testar o sorovar Heidelberg, um dos isolados mais frequentes na avicultura e em doenças transmitidas por alimentos (CHITTICK, 2006).

Machado et al. (2002) atribuiu a ação antimicrobiana do fruto *P. granatum* frente a *S. aureus* pela presença de um tanino denominado elágico punicalagina. O ácido elágico é

uma elagitanina presente no metabolismo secundário dos vegetais, cuja principal característica é a capacidade antimicrobiana, antioxidante, antimutagênica, anticarcinogênica e antiviral (CRUZ-ANTONIO et al., 2010).

Não se observou ação antimicrobiana significativa do extrato de *P. peruviana* L. contra nenhum dos patógenos testados. Outras pesquisas demonstram a ação antifúngica, podendo ser um indicativo de melhor ação neste tipo de organismo. Filippi et al. (2018) comprova essa propriedade contra o fungo *Botrytis cinerea*, responsável pela principal doença fúngica na cultura do morango. Essa pesquisa também se opõe aos resultados de Ertürk et al. (2017), que demonstra ação antibacteriana frente a diferentes bactérias. Se apresenta a hipótese que substâncias químicas do extrato podem ser afetadas pela refrigeração realizada durante o armazenamento do extrato de *P. peruviana* L. Portanto, se sugere para estudos futuros a medição dos ácidos fenólicos e flavonoides do extrato antes e após refrigeração.

4. CONCLUSÕES

Neste experimento observou-se que o extrato aquoso de *P. granatum* possui ação antimicrobiana frente à *S. Heidelberg* e ao *S. aureus*. Em contrapartida, o extrato de *P. peruviana* L. não apresentou ação nos testes realizados com *S. Heidelberg* e *S. aureus*, se opondo a outros estudos. Portanto, se sugere pesquisas complementares sobre efeitos da refrigeração sobre ácidos fenólicos e flavonoides do extrato de *P. peruviana* L.

REFERÊNCIAS

BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Implicações sobre o uso de antimicrobianos em rações de monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 3, p. 953-959, 2009.

CHITTICK, P. et al. A summary of national reports of foodborne outbreaks of *Salmonella Heidelberg* infections in the United States: clues for disease prevention. **Journal of food protection**, v. 69, n. 5, p. 1150-1153, 2006.

CHOI, J. et al. In vitro and in vivo antibacterial activity of *Punica granatum* peel ethanol extract against *Salmonella*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2011, 2011.

CRUZ-ATONIO, F. et al. Propiedades químicas e industriales del ácido elálgico. **Revista Científica de la**

Universidad Autónoma de Coahuila, v. 2, n. 3, p. 1-12, 2010.

ERTÜRK, O. et al. Antioxidant, antimicrobial activities and phenolic and chemical contents of *Physalis peruviana* L. from Trabzon, Turkey. **Indian J. Pharmaceut. Educ. Res.**, v. 51, p. S213-S216, 2017.

FILIPPI, D. et al. Ação antifúngica do extrato de *Physalis peruviana* Linnaeus frente ao fungo *Botrytis cinerea*. 2018.

MACHADO, T. B. et al. Antimicrobial ellagitannin of *Punica granatum* fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 13, n. 5, p. 606-610, 2002.

PINTO, A. T. M. et al. Atividade Antimicrobiana de Dentifrícios Fitoterápicos Contra *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. **Journal of Health Sciences**, v. 15, n. 4, 2015.

TELES, D. G.; COSTA, M. M. Estudo da ação antimicrobiana conjunta de extratos aquosos de *Tansagem* (*Plantago major* L., *Plantaginaceae*) e *Roma* (*Punica granatum* L., *Punicaceae*) e interferência dos mesmos na ação da amoxicilina in vitro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. a00101s1, p. 323-328, 2014.

ZAGO, G. R. et al. Estabilidade oxidativa de linguiça tipo Toscana com extrato liofilizado de casca de romã (*punica granatum* L.). 2018.

Copyright: O texto exposto é de inteira responsabilidade dos autores quanto ao conteúdo, forma, opinião, respeito aos direitos autorais e demais aspectos.

TEORES DE ELEMENTOS-TRAÇO EM SOLO DE CEMITÉRIO EM LAGES (SC, BRASIL)

TRACE ELEMENT CONTENTS IN A CEMITERY SOIL IN LAGES (SC, BRAZIL)

Greice Kelli Floriani¹, Mari Lucia Campos², David José Miquelluti³, Dreyce Kisholli Bueno⁴, Leonardo Josué Biffi⁵, Josieli Pietro Biasi⁶, Andrei de Souza da Silva⁷

Resumo

A decomposição de corpos gera um efluente denominado de necrochorume, o qual tem elevado potencial de poluição dos solos, devido a presença de elementos-traço. A falta de planejamento em muitos casos posiciona os cemitérios em zonas urbanas, o que representa um problema de saúde pública. Assim, neste estudo objetivou-se quantificar os teores dos metais Cobre, Cromo, Zinco, Níquel, e Chumbo no solo do cemitério municipal Nossa Senhora da Penha em Lages, SC. Para tanto foram abertas 15 trincheiras no território do cemitério e duas trincheiras em área natural, com coleta nas profundidades 0-40, 40-80, 80-120 e 120-160 cm. Foram determinados pH em água, teores de argila, capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva, teores totais de Cu, Cr, Zn, Ni, e Pb e caracterização mineralógica. Os solos do cemitério possuem em média baixo teor de argila, com predominância do mineral caulinita e baixa CTC efetiva. Não houve diferenças nos teores de Cr, Pb, e Zn nos diferentes pontos de coleta e entre diferentes épocas de ocupação do cemitério, o contrário foi observado para Ni e Cu. Os teores de Cu e Ni enquadraram o solo no cemitério na classe III Conama 420/2009, o qual requer monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea.

Palavras-chave: contaminação do solo, metais pesados, química dos solos, sepultamento.

¹ Graduação em Agronomia e Mestre em Manejo do Solo pela UDESC-CAV. E-mail: greicekelli@outlook.com

² Graduação em Agronomia, Mestre em Manejo do solo pela UDESC-CAV, Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras. Professora Titular da graduação e pós-graduação da UDESC-CAV. E-mail: mari.lucia03@gmail.com

³ Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria e Doutorado em Agronomia, área de concentração em estatística e experimentação agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Professor titular da graduação e pós-graduação da UDESC-CAV. E-mail: david.miquelluti@udesc.br

⁴ Graduação em Engenharia Florestal, Mestre em Manejo do Solo e Doutorado em Ciência do solo pela UDESC-CAV. E-mail: dekakisholli@hotmail.com

⁵ Graduação em Agronomia, Mestre em Produção Vegetal pela UDESC-CAV e Doutorando em Ciências Geodésicas pela UFPR. E-mail: leonardo.biffi@udesc.br

⁶ Graduação em Engenharia Florestal e Mestre em Ciência do Solo UDESC-CAV. E-mail: josiapietrobiasi@gmail.com

⁷ Graduação em Agronomia, Mestre em Ciência do Solo e Doutorando em Ciência do Solo pela UDESC-CAV. E-mail: andrei880@hotmail.com

Abstract

The decomposition of bodies generates an effluent called necrochorume, which has high potential for soil pollution due to the presence of trace elements. Lack of planning in many cases places cemeteries in urban areas, which represents a public health problem. Thus, this study aimed to quantify the contents of copper, chrome, zinc, nickel and lead metals in the soil of the municipal cemetery *Nossa Senhora da Penha* in Lages, SC. To this end, 15 trenches were opened in the cemetery territory and two trenches in a natural area, with collection at depths 0-40, 40-80, 80-120 and 120-160 cm. Water pH, clay content, effective cation exchange capacity (CTC), total Cu, Cr, Zn, Ni, and Pb contents and mineralogical characterization were determined. The cemetery soils have low clay content, with predominance of kaolinite mineral and low effective CTC. There were no differences in Cr, Pb, and Zn contents at different collection points and between different cemetery occupation times, the opposite was observed for Ni and Cu. The Cu and Ni contents fit the ground in the cemetery in class III Conama 420/2009, which requires monitoring of soil and groundwater quality.

Keywords: Burial ground, heavy metal, soil contamination, soil chemical.

1. INTRODUÇÃO

No século XIX, instaurou-se o costume de sepultar cadáveres em igrejas e imediações. Naquela época, o processo de sepultamento era por inumação, com apenas o recobrimento com solo em profundidades que variavam de 1 a 2 m ou até mesmo em catacumbas no interior das igrejas. Nas catacumbas, havia o vazamento de líquidos humorosos causando mau cheiro (SINCEP, 2013) e por consequência houve o aumento de incidência de epidemias como tifo e peste negra, entre outras (SILVA; FILHO, 2008). Essa situação aliada à urbanização descontrolada durante a revolução industrial, gerou um caos

sanitário, corroborando para a construção de cemitérios públicos longe do perímetro urbano (SINCEP, 2013). Entretanto, nos dias atuais, não são raros os cemitérios envoltos pela malha urbana, trazendo à tona novamente questões de saúde pública e ambientais (ÜÇISIK; RUSHBROOK, 1998).

A atividade de sepultamento possui potencial poluidor, em virtude da degradação dos corpos e geração de necrochorume. O necrochorume é caracterizado por ser um líquido viscoso mais denso que a água ($1,23 \text{ g cm}^{-3}$), rico em substâncias inorgânicas e orgânicas, de cor castanho-acinzentada, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cheiro acre forte e com grau variado de patogenicidade

(SILVA, 1995). Pode ainda conter resíduos de tratamentos químicos hospitalares como de quimioterapia, formaldeído e metanol utilizados na embalsamação, e produtos utilizados na tanatopraxia (SILVA e FILHO, 2008), além de patógenos associados a mortes por doenças infectocontagiosas e metais como Ti, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Ni, oriundos dos adereços das urnas mortuárias (SILVA *et al.*, 2009; SPONGBERG e BECKS, 2000; SANTARSIERO *et al.*, 2000).

A contaminação do solo por elementos-traço tóxicos pode resultar em risco as pessoas que visitam, trabalham ou que moram nas circunvizinhanças dos cemitérios. Concentrações elevadas de Cr, Cu, Pb, Ni e Zn são observadas em solos de cemitérios que funcionam há muitos anos e com elevado número de sepultamentos (SPONGBERG e BECKS, 2000). Aumento nos teores de Ni (JONKER e OLIVIER, 2012) Pb e Cr (BARROS *et al.*, 2008) e de Ba, Cu e Zn (KEMERICH *et al.*, 2012) são comumente observados em solos de cemitérios, sendo estes teores em muitos casos, variáveis em relação a idade dos cemitérios e o número de sepultamentos realizados.

O tipo de sepultura, de jazigos, do material das urnas (BARROS *et al.*, 2008) e das práticas de tanatopraxia (SILVA *et al.*, 2009) podem influenciar o potencial de poluição do solo por elementos-traço em cemitério, levando a diferenças no risco potencial às pessoas que visitam esses locais e as comunidades nas circunvizinhanças. Considerando o exposto objetivou-se neste estudo, comparar teores de Cu, Cr, Zn, Ni, e Pb dos solos coletados no cemitério municipal Nossa Senhora da Penha, com os teores em condições naturais, avaliar se há diferença entre teores de Cu, Cr, Zn, Ni, e Pb em diferentes profundidades e a caracterização química, granulométrica e mineralógica dos solos do cemitério.

Têm-se como hipótese do presente estudo que os teores de Cu, Cr, Zn, Ni, e Pb nas amostras de solo do cemitério municipal Nossa Senhora da Penha são superiores aos solos sem ação antrópica e que os teores.

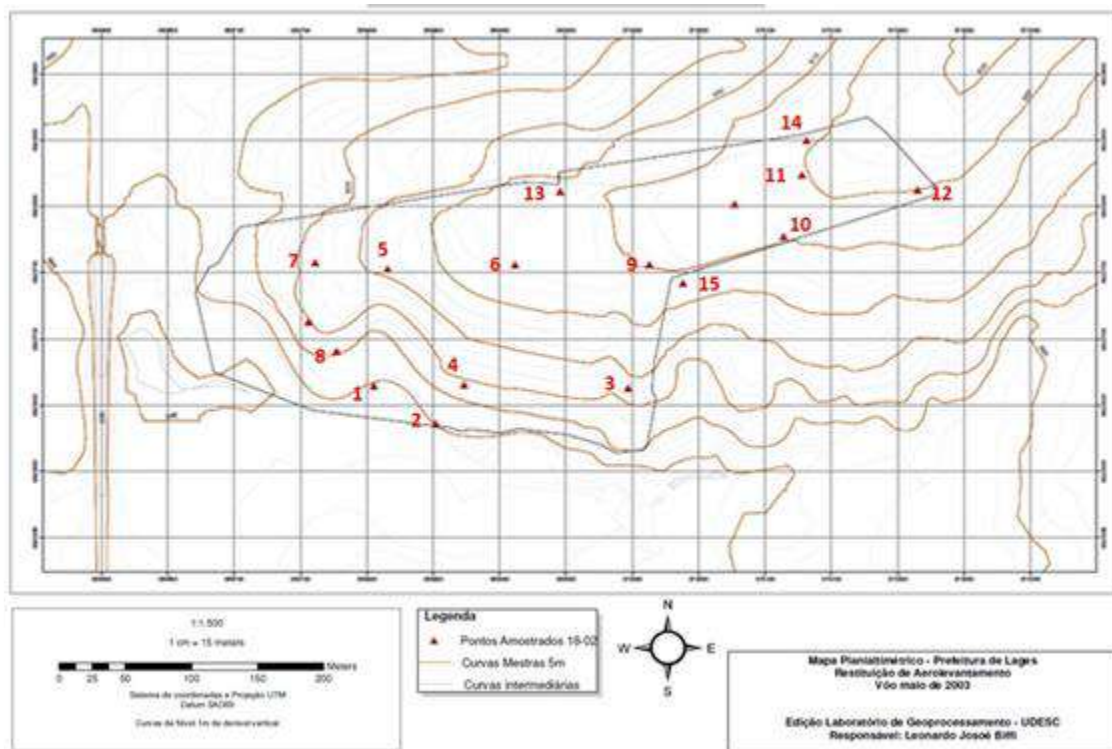
2.MATERIAIS E MÉTODO

O cemitério Nossa Senhora da Penha está localizado no bairro Penha em Lages - SC, entre as coordenadas 27°48'29.9"S e 50°17'32.6". Segundo

informações obtidas junto a Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Lages, o cemitério foi implantado por volta do ano de 1944 e abriga atualmente 8380 construções. O material de origem do solo é composto por rochas sedimentares da Formação

Rio do Rastro. Para coleta do solo, foram abertas 15 trincheiras dentro do cemitério (Figura 1) e uma trincheira em área natural próxima ao cemitério (testemunha - Test), sendo todos os pontos georreferenciados.

Figura 1 - Pontos de coleta dentro da área do Cemitério Nossa Senhora da Penha, Lages – SC.



Em cada ponto, coletaram-se amostras de solos nos perfis de 0-40, 40-80, 80-120 e 120-160 cm. Nos pontos de coleta 1,2,3,4,5,7, 8 e 15 a profundidade coletada foi de 160 cm, nos pontos de coleta 6, 10, 11, 12, 13 e 14 a profundidade coletada foi de 120 cm, já nos pontos 9 e testemunha 1, foram coletados até a profundidade de

80cm. Ao longo da coleta verificou-se que em alguns locais, na face norte do cemitério, observou-se afloramento do material de origem, onde os sepultamentos foram executados na rocha.

Considerando a cronologia dos sepultamentos, o cemitério pode ser dividido em três épocas de ocupação,

aqui denominadas de velha (início em 1944), média (início em 1970) e nova (início em 2000). As trincheiras 1, 2, 4, 5, 7 e 8 encontram-se na parte velha, as trincheiras 3, 6, 9, 13 e 15 na parte denominada média e as 10, 11, 12 e 14 na parte nova. Na parte velha e média há o predomínio de jazigos e as poucas sepulturas são mais adornadas que as da parte nova. Na parte nova, há o predomínio de sepulturas muito simples e pequeno número de jazigos.

As amostras de solos foram secas em estufa durante 48 horas a 60°C, destorroadas, moídas e peneiradas em peneira com malha de 2,0 mm de abertura. A caracterização química básica do solo foi realizada, sendo os valores de pH em água, teores de Ca, Mg, K, Na e Al determinados conforme (TEDESCO *et al.* 1995). O K e o Na disponível foram extraídos com solução ácida contendo HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (solução PA) e quantificados por fotômetro de chama da Digimed, no laboratório de instrumentos, do departamento de solos do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC). O Ca, Mg e Al foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹, sendo os dois primeiros

determinados por espectrofotometria de absorção atômica, Aanalyst 200, Perkin Elmer, e o último por titulometria de neutralização com NaOH. A capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva) foi obtida por meio da soma dos teores de K, Na, Ca, Mg e Al.

Os teores de Cr, Ni, Zn, Pb e Cu foram determinados pelo protocolo USEPA 3051 A (USEPA, 1998). Para tanto, uma amostra de 0,25 g de solo foi triturada em almofariz de ágata e peneirada em malha de 0,145 mm, sendo a seguir submetida à digestão em meio ácido (6 ml de HNO₃ concentrado) em micro-ondas (Anton Paar 3000), no laboratório de instrumentos, do departamento de solos do (CAV-UDESC). A quantificação dos metais foi realizada em espectrofotometria de absorção atômica de alta resolução (EAA-AR, ®CONTRAA 700 Analytik Jena), no laboratório de instrumentos, do departamento de solos do (CAV-UDESC) com atomização em chama ar-acetileno.

As análises foram realizadas em duplicata. Em cada bateria de digestão foram inseridas amostras de referência SRM 2709 San Joaquin Soil, certificadas pelo National Institute of Standards and Technology (NIST),

visando avaliar a confiabilidade do método empregado. A tabela 1 apresenta os teores obtidos e certificados para SRM 2709 San

Joaquin Soil após digestão pelo método 3051A, essas amostras foram determinadas em EAA-AR.

Tabela 1- Teores de Cr, Cu, Pb, Ni, e Zn obtidos e certificados para amostra SRM 2709 San Joaquin após digestão pelo método 3051A e determinados em EAA-AR.

	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb
	mg kg ⁻¹				
Obtidos	106 ± 25	73 ± 10	81 ± 9	40 ± 2	14 ± 7
Certificados	79 ± 55	78 ± 25	100 ± 33	32 ± 14	13 ± 6

A análise granulométrica foi realizada segundo procedimento descrito por (BOUYOUCOS, 1927). Para a análise mineralógica, foram sorteados 4 pontos (1, 7, 9 e 12) e em cada um foram analisadas todas as profundidades. Para esta etapa, procedeu-se a análise da fração argila com tratamentos de saturação com potássio (K⁺), com solução de cloreto de potássio (KCl) 1 mol L⁻¹ e saturação com magnésio (Mg⁺²) com MgCl₂ 1 mol L⁻¹. As amostras foram analisadas num difratômetro de raios (X Philips, modelo PW 3710), localizado no Laboratório de Gênese e Classificação do Solo, no departamento de solos do CAV-UDESC, dotado de tubo de cobre, ângulo de compensação $\theta/2\theta$ e monocromador de grafite, com variação angular de 3,2 a 42°2 θ . A velocidade

angular foi de 0,02° 2 θ /s, em modo por passos (step), com tempo de 1 (um) segundo de leitura por passo. Os critérios empregados para a interpretação dos difratogramas e para a identificação dos minerais constituintes da fração argila foram os apresentados por (JACKSON, 1965; BROWN; BRINDLEY, 1980 WHITTING; ALLARDICE, 1986).

As análises estatísticas foram conduzidas a partir dos dados de todas as unidades de observação de acordo com o delineamento amostral utilizado. Inicialmente foi conduzido um estudo exploratório e aplicados testes para verificação de aderência à distribuição normal (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levenne). Os resultados foram analisados utilizando modelos lineares

de análise de variância, considerando a idade das construções, os pontos e as profundidades de amostragem. Quando necessária, foi efetuada a comparação de médias por meio dos testes de Dunnett (comparação entre a média das testemunhas e os demais pontos nas diferentes profundidades) e de Duncan (comparação entre as idades de construção nas diferentes profundidades). Todas as análises foram conduzidas usando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características químicas e mineralógicas

O teor médio de argila foi inferior a 200 g kg⁻¹ (Tabela 2), o que não garante as melhores condições de drenagem do necrochorume, a decomposição aeróbica e a adsorção ou retenção dos contaminantes. A faixa ideal de teor de argila é de 200 a 400 g kg⁻¹ (SILVA, 1995) e o solo deve ser profundo (SILVA; FILHO, 2008).

Os solos apresentaram baixa CTC efetiva, o que é coerente com os baixos

teores de argila observados e com a presença do mineral caulinita (Figura 2). Não foram encontrados na literatura valores ideais de CTC para solos de cemitério. Entretanto, segundo Üçisik e Rushbrook (1998) solos de textura fina, com alta capacidade de troca de cátions (CTC) são os mais adequados para maximizar a retenção de líquidos humorosos.

Os valores médios de pH variaram entre 4,7 e 5,2 em todas as profundidades (Tabela 2). 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 (SBSC, 2009). Para descrição mineralógica foi avaliado os difratogramas do ponto 7, pois, este representa o padrão mineralógico comum para solos da região de Lages (FERREIRA, 2013), e o mesmo padrão para as demais amostras analisadas. Nos difratogramas, para diferentes profundidades (Figura 2), foi observado que a fração argila é composta por caulinita (reflexos em 0,715 e 0,358 nm) como componente dominante, seguida de vermiculita e illita (reflexos em torno de 1,4 e 1,0 nm

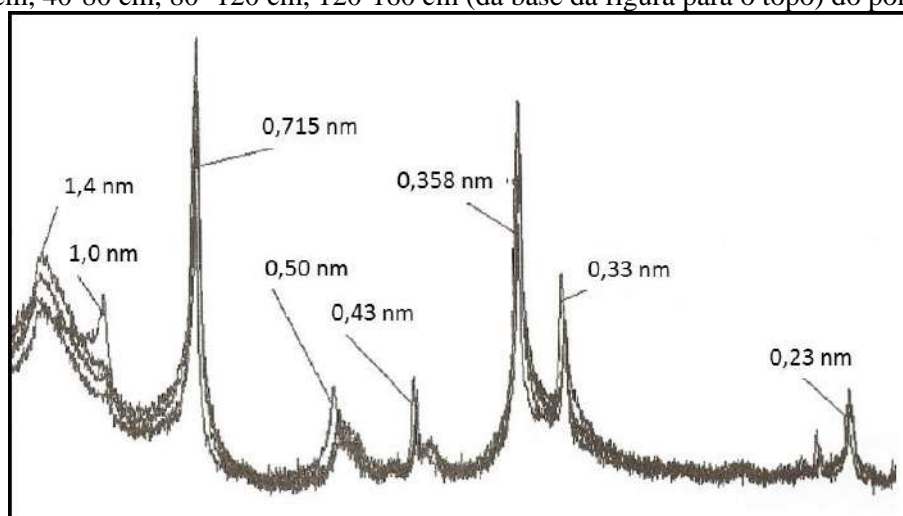
respectivamente), interestratificados de mica vermiculita (banda entre 1,4 e 1,0 nm) e quartzo (reflexo a 0,33 nm). Observa-se ainda que há similaridade na composição mineralógica entre as profundidades avaliadas. Nos difratogramas para diferentes profundidades foi observado que a fração argila é composta por caulinita (reflexos em 0,715 e 0,358 nm), componente dominante, seguida de argilominerais expansíveis, tais como

vermiculita e illita (reflexos em torno de 1,4 e 1,0 nm, óxidos de ferro e quartzo (reflexo a 0,33 nm). A caulinita foi o principal mineral da fração argila assim, apresenta baixa CTC (MC BRIDE, 1994). Ainda segundo Mc Bride (1994) reações no solo como adsorção, formação e estabilização dos agregados, dinâmica de água no perfil, são fortemente influenciados por este argilomineral.

Tabela 2 - Média e desvio padrão para pH H₂O, CTC efetiva, argila, areia e silte.

Profundidade	pH H ₂ O	CTC efetiva	----- g kg ⁻¹ -----		
			Argila	Areia	Silte
		Cmolc kg ⁻¹			
0 – 40	5,2 ± 1,1	11,3 ± 14,4	169 ± 70	411 ± 253	437 ± 259
40 – 80	5,1 ± 1,2	11,8 ± 13,0	169 ± 95	410 ± 181	419 ± 180
80 – 120	4,7 ± 1,2	11,6 ± 12,3	184 ± 121	369 ± 142	441 ± 141
120 – 160	4,7 ± 0,64	10,3 ± 3,3	190 ± 106	376 ± 110	426 ± 110

Figura 2 - Difratogramas de raios-X da fração argila de amostras coletadas nas profundidades de 0-40 cm, 40-80 cm, 80- 120 cm, 120-160 cm (da base da figura para o topo) do ponto 7.



3.2 Teores de elementos-traços

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de Cr, Pb, e Zn nos pontos de coleta em relação à média da testemunha nas profundidades 0 - 40 e 40 - 80 cm (Tabela 3). Também não houve diferença significativa para teores de Cr, Pb, e Zn entre as épocas de ocupação do cemitério (Tabela 4).

Os teores encontrados para Cr, Pb, e Zn não representam risco potencial a saúde humana, pois assemelham-se aos valores de referência de qualidade propostos por Huguen (2010) de 112 mg kg⁻¹ para Cr, 12 mg kg⁻¹ para Pb e 61 mg kg⁻¹ para Zn em solos do estado de Santa Catarina e são inferiores aos valores de prevenção (VP) indicados pela resolução Conama n°420 de 2009 (CONAMA, 2009).

Foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de Cu e Ni nos diferentes pontos em relação à média da testemunha nas profundidades 0 - 40 e 40 - 80 cm (Tabela 3) e entre as épocas de ocupação do cemitério (Tabela 4) nas profundidades 0 - 40 e 40 - 80 e 80 - 120 cm.

Os teores de Cu na camada de 0 - 40 cm nos pontos amostrados variaram entre 3,1 - 73,29 mg kg⁻¹, sendo que os teores de Cu nos pontos 2, 3 e 8 são superiores ao VP da Resolução Conama

420/2009 de 60 mg kg⁻¹. Nesses pontos os teores encontrados em média são 1,8 vezes superiores ao da testemunha. Os teores de Cu na parte velha e média do cemitério são superiores a parte nova (Tabela 4).

Os valores médios de Ni variaram entre 20,43 e 78,81 mg kg⁻¹ na camada de 0 - 40 cm (Tabela 3), sendo que vários pontos nesta camada são superiores ao valor de referência de qualidade de 23,0 mg kg⁻¹ para solos de Santa Catarina (SOUZA, 2015). O teor de Ni na testemunha pode estar relacionado ao grau de intemperismo (solos jovem) e ao teor de Carbono orgânico (CO), pois, Souza (2015) avaliando 51 perfis de solos de SC observou que solos que possuíam maiores teores de silte e de CO alcançavam teores naturais de Ni de $38 \pm 1,7$ mg kg⁻¹. Entretanto, Casanova *et al.* (2015) encontrou teores de Ni na camada de 0-20 cm de solos de dois cemitérios, um no meio urbano e outro no meio rural, de 61,69 mg kg⁻¹ e 63,81 mg kg⁻¹ respectivamente, enquanto, a testemunha (mata) apresentou somente 3,03 mg kg⁻¹.

Quanto a época de ocupação, as partes velha e média do cemitério apresentaram teores de Ni superiores à parte nova (Tabela 4). Os teores na parte nova são inferiores ao VP

(CONAMA, 2009) e similares ao valor de referência de qualidade (SOUZA, 2015). Este comportamento pode estar relacionado a simplicidade dos sepultamentos.

Nove pontos na camada de 0 - 40 cm apresentaram teores de Ni superiores ao VP 30 mg kg⁻¹ (CONAMA, 2009), sendo que os pontos 2 e 4 alcançaram teores 2,6 vezes superiores ao VP. Os valores anômalos de Ni e Cu enquadram a área do Cemitério na classe 3 - Conama 420/2009, o qual requer monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea (CONAMA, 2009).

Teores de Ni, Cs, B, Mn, Ti e Co, obtidos para solos do cemitério Zandfontein por Jonker e Olivier (2012), foram oito vezes superiores à testemunha (solo coletado fora do cemitério). Os autores observaram que o

maior número de sepultamentos resultava em aumento nos teores de Ni, Cs, B, Mn, Ti e Co. Esses dados para Ni corroboram o observado no presente estudo, já que, as áreas velha e média do cemitério receberam maior número de sepultamentos quando comparada com a nova.

Barros *et al.* (2008) avaliaram solos do cemitério de Santa Cândida em Curitiba, PR e encontraram valores de Ni superiores ao VP (CONAMA, 2009). Esse metal conjuntamente com o Cr é utilizado como matéria-prima das partes metálicas, por exemplo as alças dos caixões, na liga níquel-cromo (SILVA, 2009; SPONGBERG; BECKS, 2000). No presente estudo, o menor teor de Ni observado na área nova do cemitério pode estar relacionado a simplicidade e ao menor número de sepultamentos.

Tabela 3- Teores médios em duas profundidades de Cr, Cu, Pb, Ni e Zn para solos coletados no Cemitério Nossa Senhora da Penha (pontos 1 a 15) e média da testemunha (TEST).

Prof. (cm)	Ponto	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb	
0-40	1	128,06 s	23,00 s	34,52 s	19,09 s	61,23	ns
	2	100,92 s	78,81 *	69,63 s	75,42 s	50,76	ns
	3	108,34 s	47,62 S	54,70 s	63,47 s	53,83	ns
	4	116,74 s	72,51 *	34,83 s	41,41 s	37,98	ns
	5	102,00 s	33,48 ns	33,83 s	39,18 s	43,18	ns
	6	98,75 s	35,02 s	47,82 s	42,04 s	41,12	ns
	7	97,32 s	26,31 s	31,78 s	27,60 s	34,98	ns
	8	118,11 s	49,17 s	57,92 s	73,29 s	46,87	ns
	9	118,21 s	35,01 s	56,93 s	34,65 ns	37,88	ns

	10	108,67 s	26,77 s	39,97 s	3,1 *	34,08 ns	
	11	110,86 s	28,77 s	31,93 s	46,67 ns	52,59 ns	
	12	109,88 s	26,44 s	30,97 s	11,86 ns	46,51 ns	
	13	123,82 s	31,49 s	29,75 s	32,22 ns	56,02 ns	
	14	127,90 s	30,61 s	40,53 s	30,04 ns	53,11 ns	
	15	116,05 s	36,12 s	40,60 s	30,53 ns	48,04 ns	
	TEST	124,05	32,10	28,76	40,18	59,24	
40-80	1	136,16 s	23,50 ns	36,25 ns	34,67 ns	56,87 ns	
	2	93,22 s	72,57 ns	58,01 ns	67,08 ns	47,55 ns	
	3	128,61 s	51,98 ns	46,62 ns	49,30 ns	57,40 ns	
	4	51,27 s	91,23 ns	53,49 ns	48,64 ns	49,59 ns	
	5	92,52 s	22,61 ns	26,76 ns	37,12 ns	38,70 ns	
	7	111,23 s	27,38 ns	27,16 ns	37,79 ns	41,21 ns	
	8	58,35 s	25,02 ns	26,62 ns	28,01 ns	37,26 ns	
	9	124,01 s	55,24 ns	56,23 ns	55,53 ns	43,32 ns	
	10	110,01 s	27,64 ns	36,20 ns	24,62 ns	45,47 ns	
	11	127,72 s	27,92 ns	23,67 ns	3,1 *	53,36 ns	
	12	110,35 s	26,43 ns	24,42 ns	11,23 *	46,45 ns	
	13	124,60 s	33,19 ns	33,84 ns	33,27 ns	54,84 ns	
	14	121,45 s	29,92 ns	40,14 ns	28,80 ns	59,09 ns	
	15	81,86 s	20,43 ns	35,19 ns	22,44 ns	51,25 ns	
		TEST	126,02	34,32	26,79	47,16	58,42

Comparação entre a média da testemunha e os demais pontos pelo teste de Dunnett.

* (P < 0,05); ns (P > 0,05).

Tabela 4 - Teores médios de Cr, Ni, Zn, Cu e Pb de acordo com a idade das áreas nas diferentes profundidades para solos coletados no Cemitério Nossa Senhora da Penha, Lages – SC.

Prof. (cm)	Idade	Cr	Ni	Zn	Cu	Pb
0-40	Nova	114,33 a	28,15 b	35,85 a	22,22 b	46,57 a
	Média	113,03 a	37,05 ab	45,96 a	40,58 a	47,38 a
	Velha	110,52 a	47,21 a	43,75 a	46,00 a	45,84 a
40-80	Nova	117,38 a	27,98 a	31,11 a	16,24 b	51,09 a
	Média	108,94 a	37,14 a	38,81 a	36,07 a	51,17 a
	Velha	90,46 a	43,72 a	38,05 a	42,22 a	45,20 a
80-120	Nova	111,59 a	26,00 b	26,85 a	12,11 b	46,50 a
	Média	11,36 a	37,78 a	60,12 a	44,93 a	54,87 a
	Velha	113,42 a	45,99 a	46,52 a	62,80 a	46,37 a
120-160	Média	127,83 a	40,56 a	40,58 a	44,27 a	60,13 a
	Velha	114,04 a	43,47 a	42,30 a	60,73 a	46,85 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna dentro de cada profundidade não diferem pelo teste de Duncan (P > 0,05).

4. CONCLUSÕES

Houve diferenças nos teores de Cu e Ni nos diferentes pontos de coleta e entre diferentes épocas de ocupação do cemitério. As partes velha e média apresentaram maiores teores desses elementos;

Os solos do cemitério possuem, em média, baixo teor de argila com predominância do mineral caulinita e baixa CTC efetiva;

Não houve diferenças nos teores de Cr, Pb, e Zn nos diferentes pontos de coleta e entre diferentes épocas de ocupação do cemitério;

Os teores de Cu e Ni enquadram o solo do cemitério na classe 3 (Conama 420/2009), o qual requer monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea. Esses teores representam risco aos visitantes do cemitério, pois podem contaminar-se com partículas dispersas na atmosfera através da respiração, contato manual em sepulturas e solo, já em subsuperfície há risco de lixiviação para águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS

BARROS, Y. J. et al. Teores de metais pesados e caracterização mineralógica

de solos do Cemitério Municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32(4), 1763-1773, 2008.

BOUYOUCOS, G. J. The hydrometer as a new method for mechanical analysis of soils. **Soil Science**, 23(5), 343-352, 1927.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: BRINDLEY, G.W. & BROWN, G., eds. Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. London. **Mineralogical Society**, 305-360, 1980.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 30 de dezembro de 2009**. Brasília: DOU de 30/12/2009.

FERREIRA, E. R. N. C. **Química e Mineralogia de solos desenvolvidos de rochas alcalinas e ultrabásicas do Domo de Lages**. Lages, Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – UDESC, 2013.

HUGEN, C. **Valores de referência para teores de Cr, Cu, Ni, Pb e Zn em solos do Estado de Santa Catarina. Lages**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) — UDESC, 2010.

HUGEN, C. et al. Teores de Cu e Zn em perfis de solos de diferentes litologias em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17(6), 622–628, 2013.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: advance Course**. Madison: Williams library, 3. ed., 1975.

JONKER, C.; OLIVIER, J. Mineral contamination from cemetery soils: case study of Zandfontein Cemetery, South Africa. **Journal of Environmental Research and Public Health**, 9, 511-520, 2012.

MC BRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soils**. New York, Oxford, 406p. 1994.

KEMERICH, P. D. C. *et al.* Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Ambi-Água**, 7(1), 140-156, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2010.

SANTARSIERO, A. *et al.* Environmental and legislative aspects concerning existing and new cemetery planning. **Mic J.**, 67, 141-145, 2000.

SBCS. **Química e Mineralogia do Solo Parte II – Aplicações**. 1.ed., vol. II. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2009.

SILVA, L. M. Os cemitérios na problemática ambiental. In: SINCEP & ACEMBRA: **Seminário Nacional “Cemitérios e Meio Ambiente”**. São Paulo, 1995.

SILVA, R. W. DA C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 9, 26-35, 2008.

SILVA, R. W. DA C.; MALAGUTTI FILHO, W.; MOREIRA, C. Emprego do método da eletrorresistividade no estudo da contaminação subterrânea do cemitério municipal de Vila Rezende.

Revista Brasileira de Geofísica, 27(3), 389-399, 2009.

SOUZA, L. C. **Teores naturais de Arsênio, Bário, Cádmio e Níquel para solos do estado de Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – UDESC, 2015.

SPONGBERG, A. L.; BECKS, P. M. Inorganic Soil Contamination from Cemeteries Leachate. **Water, Air and Soil Pollution**, 117, 313-327, 2000.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2. ed., 1995.

USEPA-UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Method 3051A: **Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils; test methods for evaluating solid waste, Physical/Chemical Methods**; Office of Solid Waste, U.S. Environmental Protection Agency, 1998.

WHITTING, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques. In: Klute, A. **Methods of soil analysis. Part 1**. Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America, 1996. p. 331-359.

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

Copyright: O texto exposto é de inteira responsabilidade dos autores quanto ao conteúdo, forma, opinião, respeito aos direitos autorais e demais aspectos.