



Ação antrópica nos níveis dos elementos químicos na camada superficial do solo em uma microbacia de abastecimento no norte do RS.

Angela Maria Mendonça¹, Genesio Mario da Rosa², Arci Dirceu Wastowski³, Marcia Gabriel⁴, Renato Beppler Spohr⁵

Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Centro de Educação Superior Norte-RS, CESNORS.

(E-mail)¹: angelam_mendonca@yahoo.com.br (E-mail)²: genesio@ct.ufsm.br (E-mail)³: wastowski@smail.ufsm.br (E-mail)⁴: gabriel.marcia@gmail.com (E-mail)⁵: renatospohr@smail.ufsm.br

Resumo

A agricultura moderna em virtude do uso intensivo do solo e da não observância de aspectos legais como as áreas de preservação permanente causam modificações nas propriedades físicas e químicas do solo, sendo essas consideradas ações antrópicas ao meio. Visando monitorar a influência antrópica na qualidade ambiental e quantificar o grau de concentração de elementos químicos em solos com uso intensivo, vários métodos têm sido utilizados. Neste estudo, conduzido em microbacia com diferentes usos do solo, optou-se por um método de análise rápida e direta através da espectrometria de fluorescência de raios-X por energia dispersiva – EDXRF. Verificou-se neste trabalho que as alterações na composição química do solo estão diretamente relacionadas como as alterações nas propriedades físicas do solo pela ação antrópica como: aumento da densidade, redução da infiltração da água no solo e por consequência aumento no escoamento superficial e diminuição da matéria orgânica, assim, houve o aumento da concentração de Fe, Cu, Zn e Si e a redução do Ca na camada superficial do solo.

Palavras-chave: Alterações, Elementos Químicos, Espectrometria, Solo.

Área Temática: Impactos Ambientais

Anthropic action in the levels of the chemical elements in the surface layer the soil in a watershed supplies in northern RS.

Abstract

Modern agriculture due to the intensive use of land and Failure to observe the legal aspects as permanent preservation areas causes changes in physical and chemical properties of the soil, these being considered anthropogenic in half. Aiming to monitor anthropogenic influences on environmental quality and quantify the degree of concentration of chemical elements in soils with intensive use, various methods have been used. In this study, conducted in micro basin with different soil use, we opted to a method of analysis fast and direct through energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry – EDXRF. It was verified this work that the alterations in the chemical composition of the soil are directly related to changes in soil physical properties by anthropic action such as increased in density, reduced water infiltration into the soil and consequently increased soil surface runoff and organic matter decline, there was so an increase in concentration of Fe, Cu, Zn and Si and the reduction of Ca in the surface soil layer.



Key words: Amendments, Chemical Elements, Spectrometry, Soil.

Theme Area: Environmental Impacts

1 Introdução

No Rio Grande do Sul, grandes áreas de florestas e de campos nativos foram transformadas em áreas agrícolas e pastoris. A vegetação natural impulsionada pelo processo de desenvolvimento econômico acelerou o processo de desmantelamento dos ecossistemas naturais. O desmatamento e o uso intensivo do solo reduz a infiltração de água nos solos gera aumento do escoamento superficial e aumenta o arraste e transporte de elementos químicos e matéria orgânica.

Segundo Schwarzbald (2000), a agricultura é o processo antrópico que mais contribui para o aumento da concentração de sedimento no escoamento superficial e causa impactos negativos no ciclo hidrológico. Além disso, teores mais elevados de elementos químicos no solo têm sido observados com frequência em diversas áreas em virtude das ações antrópicas, como sucessivas adições de fertilizantes, corretivos e defensivos, rejeitos, lodos e uma infinidade de outros resíduos de natureza orgânica e inorgânica, associados ainda às deposições de efluentes no solo e/ou na atmosfera oriundas da queima de combustíveis fósseis (Oliveira et al., 2010).

A disposição inadequada de resíduos no solo e nas águas é reconhecida como um dos graves problemas da atualidade, sendo um problema de dimensões internacionais (Khalid et al., 2011; Zeb et al., 2011).

Visando monitorar a influência antrópica na qualidade ambiental e quantificar o grau de concentração de elementos químicos em solos com uso intensivo, vários métodos tem sido utilizados desde a amostragem de solo e análise química tradicional (Tedesco et al., 1995), que requerem tempo e estrutura laboratorial, a análise mais rápidas e diretas como a espectrometria de fluorescência de raios X por energia dispersiva – EDXRF (Wastowski et al., 2010).

A técnica de fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDXRF), embora não atinja limites de detecção comparáveis aos alcançados pelas técnicas de espectrometria de absorção atômica, possui grandes vantagens como o baixo custo de análise, requer baixo consumo de reagentes e vidraria, gera pouco ou nenhum resíduo, o que também a torna ideal para se trabalhar em análises de rotina (Pataca et al., 2005).

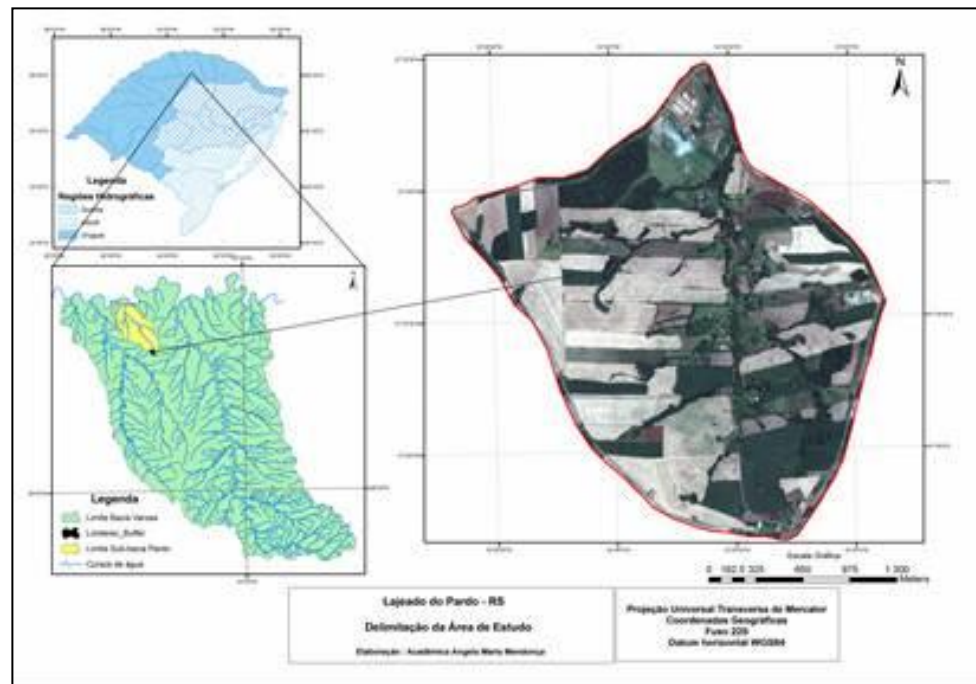
Assim, objetivou-se caracterizar as alterações nos níveis dos elementos químicos presentes no solo sob diferentes usos, através da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF) na microbacia hidrográfica denominada Lajeado do Pardo.

2 Materias e Métodos

A área em estudo é denominada Lajeado do Pardo, localizada próximo ao km 40 da BR 386 em Frederico Westphalen - RS. O Lajeado do Pardo tem sua nascente nas coordenadas, latitude 27° 25' 43" S, longitude 53° 43' 25" W e uma altitude média de 488 m. Na figura 1, é apresentada a delimitação da microbacia Lajeado do Pardo.



FIGURA 1. Delimitação da microbacia Lajeado do Pardo, imagem adaptada do sensor HRC que está a bordo do satélite CBERS 2b, 25/11/2011.



O solo da região é caracterizado em Latossolo vermelho (Streck et. al. 2008) e segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, com temperatura média anual em torno de 18 °C, com máximas no verão podendo atingir 41 °C e mínimas no inverno atingindo valores inferiores a 0 °C.

Em janeiro de 2010 foram realizadas coletas de solo nas margens do Lajeado do Pardo em onze pontos espaçados aproximadamente 500 m um do outro, para avaliação do nível de metais presentes. Os pontos de 1 a 10 são representativos de áreas onde há atividades produtivas, como: lavouras, áreas de campo, produção de hortigranjeiros, criação de suínos, e áreas de lazer. As amostras foram coletadas com trado e em cada ponto coletou-se três amostras na profundidade de 0-10 cm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. O ponto 11 foi escolhido como solo testemunha por ser uma área de preservação permanente, afastado de áreas de produção, onde há presença de mata nativa e, não sofre influência antrópica.

Nas amostras de solos foram identificados os elementos químicos presentes e seus respectivos teores por meio de um Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF), modelo Shimadzer EDX-720. O método analítico usado é denominado método dos Parâmetros Fundamentais (PF) (Wastowski, et al., 2010). Para as análises em laboratório, foram utilizadas aproximadamente 3g de solo seco e moído, acondicionados sob um filme de Mylar® de 2,5 µm de espessura, esticada no fundo de uma cela de polietileno.

Avaliou-se a infiltração da água no solo em áreas representativas das áreas de cultivo na microbacia pelo método infiltrômetro de anel, conforme a metodologia de Mantovani et al. (2006). Em cada ponto onde avaliou-se a infiltração da água foi determinada a densidade do solo, coletando-se três amostras de solo por local, através do método de anel volumétrico, conforme descrito por Kiehl (1979).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.



3 Resultados e discussões

O uso do solo na microbacia Lajeado do Pardo é realizado de forma desordenada com áreas de lavouras indo até as margens do Lajeado, não sendo respeitado o limite legal de 30 metros definido pelo Código Florestal Brasileiro de 1965, com a mudança do Código Florestal Brasileiro em 2012 as áreas ao entorno do Lajeado do Pardo, área em estudo, poderia ser considerada como adequada legalmente, mas as avaliações mostram que essa metragem não é suficientes para diminuir os impactos causados pela ação antrópica.

Para comprovar essa situação de degradação do solo avaliou-se a infiltração de água no solo em áreas de cultivo no interior da microbacia, onde foi observada uma taxa de infiltração média para estas áreas de 24,6 mm.h⁻¹ e densidade média do solo de 1,24 g.cm⁻³. Em estudo realizado na mesma microbacia por Zwirter *et. al.* (2012), os autores observaram em áreas de plantio direto com densidade média 1,24 g.m⁻³ uma infiltração média de 33,2 mm.h⁻¹, próxima a observada neste estudo. Por outro lado, os autores encontraram em fragmento de mata nativa na microbacia, uma densidade média de 0,99 g.m⁻³ e infiltração de 1224,8 mm.h⁻¹. Esses valores indicam alterações nas propriedades físicas do solo, densidade e infiltração da água, e conseqüente escoamento superficial em função da ação antrópica. O que pode ser observado pela formação de valas longitudinais no sentido da declividade do terreno, fato característico de áreas compactadas (Ramazan *et al.*, 2012), o que provoca a retirada da camada superficial do solo, pelo escoamento superficial da água, carregando com sigo os elementos químicos, reduzindo, também, a quantidade de matéria orgânica no solo.

Segundo Amlinger *et al.* (2008) o escoamento superficial é a principal forma de degradação do solo e afeta 11% da área de terra cultivadas no mundo. Os autores afirmam ainda que existe clara correlação entre solos que apresentam elevados teores de matéria orgânica no solo, com a redução da densidade do solo, aumento da infiltração e redução do escoamento superficial da água. Segundo Bayer e Mielniczuk (2008), a matéria orgânica é um componente fundamental na capacidade produtiva dos solos, em razão da disponibilidade de nutrientes, da complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, da agregação, infiltração e retenção de água no solo.

A análise das alterações químicas no solo provocadas pelas alterações nas propriedades física do solo, em razão de seu uso, são apresentados na tabela 1, nessa observase elementos químicos com valores acima de 0,01mg, encontrados na análise realizada pela técnica de EDXRF. Nas determinações feitas no solo do Lajeado do Pardo observou-se apenas a presença dos metais Zn, Cu, Si, Fe, Ca e Mn. Os metais apresentam elevada afinidade com os colóides do solo, e são adsorvidos através de ligações covalentes, em razão da presença de cargas negativas do solo (Marques *et al.*, 2001; Borges e Coutinho, 2004).

TABELA 1. Elementos químicos observados no solo do Lajeado do Pardo - RS, com concentração superior a 0,01mg.kg⁻¹, pela técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF)

X*	Concentração em mg kg ⁻¹											
	Zinco (Zn)		Cobre (Cu)		Silício (Si)		Ferro (Fe)		Cálcio (Ca)		Manganês (Mn)	
1	318,79	a	569,53	a	181175,27	a	196776,50	a	1973,81	e	4831,70	a
2	220,03	b c	447,14	b	149804,44	a	154295,22	bc	3490,97	bcde	3057,09	c
3	219,23	b c	457,75	b	176769,85	a	165786,29	abc	2618,23	de	3726,55	bc
4	215,80	c	498,66	ab	162011,27	a	163836,72	abc	5149,49	abc	3462,75	bc
5	192,81	c	454,02	b	162136,85	a	149914,71	bc	4956,32	bed	3664,00	bc
6	191,69	c	433,00	b	162793,87	a	157753,74	bc	5673,21	ab	4218,79	ab
7	241,33	b c	476,89	ab	166787,00	a	167168,07	abc	3364,55	bcde	4014,10	abc
8	230,59	b c	511,83	ab	168687,01	a	185148,47	ab	3221,09	cde	4106,87	ab
9	209,76	c	462,24	ab	164541,93	a	159398,69	abc	4155,66	bcde	4162,06	ab
10	184,13	c	432,74	b	147856,35	a	151253,61	bc	3827,08	bcde	3564,95	bc
11	278,19	ab	418,26	b	158946,02	a	145132,05	c	7406,77	a	3633,82	bc

x* - Pontos de coleta no Lajeado do Pardo

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



Em relação ao metal Zn, observou-se concentração significativamente maior no ponto um em relação a todos os outros pontos observados. Porém, não houve diferença significativa com o ponto onze, sendo esse composto por solo não antropizado. A redução na quantidade de Zn, significativamente menor entre os pontos dois a dez, em relação aos pontos um e onze pode ser explicada pela retirada desse elemento pela erosão causada no solo pelo escoamento superficial. Uma vez que este elemento tem forte ligação com a fração orgânica do solo (Berenguer et al., 2008). Por outro lado, sua presença deve-se a origem da matriz do solo, formada entre outros por óxidos de Fe e Al, matéria orgânica e P, que são capazes de reter fortemente metais, como o Cu e o Zn, uma vez que estão relacionados a uma maior carga líquida negativa nas camadas superiores do solo (Pierangeli et al., 2004). Este fato é comprovado pela maior quantidade de Fe no ponto um explicando a significativa presença de Cu e Zn neste ponto.

Outra possibilidade para a alta concentração de Zn e Cu no ponto um, pode ser explicada pelo uso de dejetos suínos como adubação orgânica nas áreas de cultivo ao entorno do ponto um, pela alta concentração de metais, entre esses Zn e Cu, que os dejetos líquidos de suínos possuem (Gräber et al., 2005) em função de sua presença na composição das rações utilizadas.

O elemento Cu assim como elemento Zn apresentou diferença significativa entre o ponto um e o ponto onze, podendo ser explicada a presença deste a partir do material de origem deste solo e pela utilização de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e deposição atmosférica destes (Kachenko e Singh, 2006). Aliado a isso, Barros et al. (2003) afirmaram que, nos processos de infiltração e percolação da água no solo, o Cu é retido pela maioria dos solos, principalmente em solos formados por óxidos de Fe, Al e Mn.

Nos pontos amostrados pode-se observar uma maior concentração de Fe e Si, onde há maior ação de antropização, principalmente no ponto um (tabela 1). O solo estudado é classificado como Latossolo vermelho (Streck et al., 2008), e tem na sua composição estrutural alta concentração de óxido de Fe e argilas. O que explica os teores elevados de Fe encontrados nas análises em todos os pontos amostrados. Nos pontos onde os teores de Fe e Si são significativos observa-se um maior escoamento superficial, pela utilização do solo para atividades agrícolas, acarretando na diminuição da matéria orgânica do solo. Sharpley et al. (2004) relatam que as perdas de nutrientes no solo, ocorrem em função destes estarem ligados às partículas do solo, reafirmando assim, que medidas de controle de erosão devem ser maximizadas para evitar perdas significativas de solo e conseqüentemente de nutrientes. Por outro lado, no solo não antropizado, podemos observar maior concentração de matéria orgânica e, conseqüentemente, menor concentração de Fe e Si.

As concentrações de Ca são maiores no ponto 11, onde o solo não é antropizado e a menor concentração foi observada no ponto um (Tabela 1), onde o solo é utilizado para a produção agrícola. No entanto, a presença mais acentuada do Ca no ponto 11, solo de mata nativa, diferindo estatisticamente dos demais pontos, devesse a alta composição neste ponto de matéria orgânica que provoca uma alta capacidade de troca catiônica e por conseqüência uma maior complexação do Ca. Este fato deve-se a maior capacidade de ciclagem de nutrientes na área de mata nativa. Fato comprovado por Cardoso et. al. (2011) que afirmam que os teores de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis e de matéria orgânica do solo e capacidade de troca catiônica são significativamente reduzidos pela conversão da vegetação arbórea em pastagem cultivada ou sua eliminação para uso das áreas para cultivos agrícolas.

Os níveis de Mn observados no ponto um, devem-se a presença deste no solo e a aplicação de fertilizantes orgânicos, como adubação para as culturas. Em razão do baixo pH deste solo, justificado pela pouca presença de cálcio, e por ser este um solo altamente intemperizados. Seu poder de toxidez torna-se alto para as plantas com o aumento do pH,



segundo Silveira et al. (2003) o solo elevaria os níveis de capacidade de troca de cátions (CTC), além de favorecer a formação de complexos e quelatos obtidos pela matéria orgânica, fato esse que minimizaria a disponibilidade destes metais às plantas e diminuiria sua mobilidade no solo. Outros fatores que afetam a biodisponibilidade de metais incluem a biotransformação, a disponibilidade de agentes complexantes, o potencial Redox, sedimentos, sorção, propriedades físico-químicas do solo e hidrologia (Islam et al., 2007).

Os dados observados em relação aos elementos com valores acima de 0,01mg, encontrados na análise realizada pela técnica EDXRF na microbacia Lajeado do Pardo que são: Zn, Cu, Si, Fe, Ca e Mn. Conferem com os dados observados na bibliografia consultada. Confirmando assim que a técnica do EDXRF segundo Wastowski et al. (2010) pode ser utilizada para avaliação das modificações existentes nos teores de elementos químicos presentes no solo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo e ainda, destaca-se como uma importante alternativa, com crescente aplicação na identificação mineralógica de solos (Dedecek, 2007).

4 Conclusão

O uso da técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Energia Dispersiva (EDXRF) permitiu avaliar que a ação de antropização provocou alterações na composição física e químicas do solo.

As alterações na composição química do solo estão diretamente relacionadas como as alterações nas propriedades físicas do solo, que por sua vez foram alteradas pelo desmatamento da mata nativa, com conseqüente aumento na presença dos elementos químicos metálicos Cu, Zn e Mn no solo.

A ação de antropização causou o aumento da densidade do solo a redução de infiltração da água no solo e por conseqüência aumento no escoamento superficial e diminuição da matéria orgânica, como conseqüência, houve o aumento da concentração de Fe e Si e a redução do Ca no solo.

5 Referências

AMLINGER, F.; PEYR, S.; CUHLS, C. Greenhouse gas emissions from composting and mechanical biological treatment. **Waste Management & Research**, v.26, p.47-60. 2008.

BARROS, L.S.S.; AMARAL, L.A. do; LUCAS JÚNIOR, J. de. Poder poluente de águas residuárias de suinocultura após utilização de um tratamento integrado. **Brazilian Journal of Veterinary Research And Animal Science**, v.40, p.126-135, 2003.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, .A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.

BERENGUER, P.; CELA, S.; SANTIVERI, F.; BOIXADER, J. & LLOVERAS, J. Copper and zinc soil accumulation and plant concentration in irrigated maize fertilized with liquid swine manure. *Agron. J.*, 100:1056-1061, 2008.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biossólido: II - Disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.557-568, 2004.



- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FREITAS, D. A. F.; Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:613-622, 2011
- GRÄBER, I.; HANSEN, J.F.; OLESEN, S.E.; HANS, J.P.; OSTERGAARD, H.S.; KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas. **Danish Journal of Geography**, v.105, p.15-22, 2005.
- ISLAM, E., XIAO-E, Y.; ZHEN-LI, H.; QAISAR, M. Assessing Potential Dietary Toxicity of Heavy Metals In Selected Vegetables and Food Crops, **J Zhejiang UnivSci B**, v.8, n.1, p.1-13. 2007.
- KACHENKO, A. G.; SINGH, B. Heavy Metals Contamination in Vegetables Grown in Urban and Metal Smelter Contaminated Sites In Australia, Water, **Air and Soil Pollution**, v.169, p.101-123. 2006.
- KHALID, A.; MALIK, A.H.; WASEEM, A.; ZAHRA, S.; MURTAZA, G. Qualitative and quantitative analysis of drinking water samples of different localities In District Abbottabad, Pakistan. **International Journal of the Physical Sciences**.v.6, p.7480-7489. 2011.
- KIEHL, J. E. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F.; Irrigação: princípios e métodos. Viçosa, Ed. UFV, 2006.
- MARQUES, M. O.; MELO, W.J.; MARQUES, T. A. Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura. In: TSUTIYA, M. T.; CAMPARINI, J. B.; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (ed.). Biossólidos na agricultura. **SABESP**, 2001. p.365-404. MEURER, E. J. (ed.). Fundamentos de química do solo. **Genesis**, 2000. 147p.
- OLIVEIRA, L. F. C.; LEMKE-de-CASTRO, M. L.; RODRIGUES, C.; BORGES, J. D. Isotermas de sorção de metais pesados em solos do cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.7, p.776–782, 2010.
- PATACA, L. C. M.; BORTOLETO, G. G.; BUENO, M. I. M. S.; **Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-x por ENERGIA DISPERSIVA** *Quim. Nova* 2005, 28, 579
- PIERANGELI, M.A.P.; GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; ANDERSON, S.J. & LIMA, J.M. Adsorção e dessorção de cádmio, cobre e chumbo por amostras de Latossolos prétratadas com fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:377-384, 2004
- DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; SIMON, A. A.; Efeitos de sistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 205-215, jul-set, 2007.
- RAMAZAN, M., KHAN, G. D., Hanif, M., Ali, S. Impact of Soil Compaction on Root Length and Yield of Corn (*Zea mays*) under Irrigated Condition, **Middle-East Journal of Scientific Research** 11, v.3, p.382-385, 2012
- SCHWARZBOLD, A. O que é um rio? **Revista Ciência e Ambiente**, v.21, p.57-68, 2000.



SHARPLEY, A .N.; MCDOWELL, R.W.; KLEINMAN, P.J.A.; Amounts, forms and solubility of phosphorus in soils receiving manure. **Soil Science Society of America Journal**. v.68, p.2048–2057, 2004.

SILVEIRA, M. L. A.; ALLEONI, L. R. F.; GUILHERME, L.R.G. Biosolids and heavy metal in soils. **Scientia Agricola**, v.60, p.793-806, 2003.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIEMNTO, P. C. DO.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2. (ed.) **EMATER/RS**, 2008. 222p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J.; **Análise de Solo, Plantas e Outros Materiais**, 2^a ed., UFRGS: Porto Alegre, 1995

WASTOWSKI, A. D.; ROSA, G. M. DA.; CHERUBIN, M. R.; RIGON, 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). **Química Nova**, v.33, p.1449-1452, 2010.

ZEB, S.; WASEEM, A.; MALIK, A.H.; MAHMOOD, Q.; Water quality assessment of Siran River, Pakistan. **International Journal of the Physical Sciences**. v.6, p.7789-7798, 2011.

ZWIRTES, A.; SPOHR, R. B.; BARONIO, C.; ROHR, M.; MENEGOL, D.; Caracterização físico-hídrica de solos submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Vol.4 Nº 3. 2012. Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1531/1577> Acesso: 11/07/2012 às 15:11hs.