



## TEORES DE ELEMENTOS TRAÇO NAS FOLHAS DE MILHO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DOMÉSTICA PRIMÁRIA

Sandra Maria Campos Alves<sup>1</sup>, Rafael Oliveira Batista<sup>2</sup>, Luiz Di Souza<sup>3</sup>, Valéria Ingrith Almeida Lima<sup>4</sup>, Zailton Vagner Barreto

1. Bolsista PDJ/CNPq/Ufersa, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. sandraalves@ufersa.edu.br

2. Engenheiro Agrícola, Doutor. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

3. Engenheiro Químico. Doutor. Universidade Estadual do Rio Grande do Norte

4. Engenheira Agrícola. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

5. Engenheiro Agrônomo. Mestre. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

**Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013**

### RESUMO

A aplicação da água residuária doméstica primária é uma forma efetiva de controle da poluição ambiental, sendo uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica nas regiões áridas e semiáridas. O presente trabalho objetivou analisar a alteração dos elementos traço chumbo, níquel e lítio em cambissolo cultivado com produção de milho (*zea mays*) e irrigado com proporções de água residuária doméstica primária e água de abastecimento no Assentamento Rural Milagres em Apodi-RN. Para isso, foi montado uma área experimental com sistema de tratamento primário da água residuária doméstica e sistema de irrigação por gotejamento. O experimento foi realizado no período de setembro à dezembro de 2011 utilizando o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (T1=100%; T2=75%; T3=50%; T4=25%; e T5=0% de água residuária doméstica primária) e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. No período experimental foram coletadas amostras compostas do cambissolo na profundidade de 0 a 0,10 m para caracterização dos teores dos elementos traço chumbo, níquel e lítio. Os resultados indicaram que os teores de chumbo, lítio e níquel não apresentaram variações entre às distintas proporções de água residuária primária e água de abastecimento, podendo essa, ser utilizada como fonte de nutrientes desde que sejam monitorados periodicamente quanto aos parâmetros químicos e microbiológicos.

**PALAVRAS -CHAVE:** efluente, milho, metais pesados

## LEVELS OF TRACE ELEMENTS IN LEAVES IRRIGATED CORN WITH WASTEWATER DOMESTIC PRIMARY

### ABSTRACT

The application of the primary domestic wastewater is an effective form of environmental pollution control, a viable alternative to increase water availability in arid and semiarid regions. This study aimed to analyze the change of the trace elements lead, nickel and lithium cambissolo cultivated with maize production (*Zea mays*) and irrigated with proportions of primary domestic wastewater and water supply in the Rural Settlement in Milagres Apodi-RN. For this, we assembled an experimental area with primary treatment system of domestic wastewater and drip irrigation system. The experiment was conducted from September to December 2011 using a randomized complete block design with five treatments (T1 = 100%, T2 = 75%, T3 = 50%, T4 = 25%, and T5 = 0% wastewater domestic source) and five replications, totaling 25 plots. The experimental period were collected composite samples of cambissolo the depth of 0 to 0.10 m to characterize the levels of trace elements lead, nickel and lithium. The results indicated that the levels of lead, lithium and nickel did not vary between the different proportions of primary wastewater and water supply, this can be used as a source of nutrients provided they are monitored periodically for chemical and microbiological parameters.

**KEYWORDS:** effluent, corn, heavy metals

### INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar um curto período chuvoso, temperatura elevada, alta taxa de evaporação e esgotamento sanitário deficiente. Quanto à quantidade de água no solo disponível às plantas, nessa região, registra-se uma deficiência hídrica na grande maioria dos meses do ano. Além disso, o esgotamento sanitário inadequado ou inexistente afeta diretamente a saúde e as condições de vida das populações, nos quais as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de mortalidade (BRASIL, 2012).

O reuso planejado de águas residuárias domésticas na agricultura consiste em uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semiárido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas dos centros urbanos e nas áreas rurais. No entanto, as águas residuárias tratadas e destinadas ao uso agrícola devem ser avaliadas sob os aspectos de sodicidade, salinidade, excesso de nutrientes e, sobretudo, sob os aspectos sanitários que criam graves problemas de saúde pública, uma vez que acarretam enfermidades (HESPANHOL, 2008).

Deve enfatizar que são vários os benefícios do uso das águas residuárias domésticas na agricultura por terem em sua composição água e nutrientes que promovem: a substituição parcial de fertilizantes químicos, minimizando a degradação ambiental em função da redução do lançamento de resíduos líquidos nos corpos hídricos; aumento na produção agrícola tanto qualitativo quanto quantitativo; economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público; e a melhoria das condições físicas do solo pela adição da matéria orgânica, ao mesmo tempo em que se resolve o problema da sua disposição final (FONSECA et al., 2007).

Portanto, a inserção da cultura do milho pode ser uma opção para a agricultura familiar regional ajudando no processo de inclusão social dos pequenos agricultores,

propiciando fonte de renda e matéria prima para produtos caseiros ou industrializados, tornando-se uma alternativa para a região.

Para a agricultura familiar o cultivo agrícola com o milho apresenta grande importância na alimentação humana e animal onde sua utilização pura ou como ingrediente de outros produtos, é uma importante fonte energética. A cultura do milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância econômica e social no Brasil, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012).

Essa cultura é considerada uma das principais espécies de cereais utilizadas no mundo. Anualmente são cultivados cerca de 14,8 milhões de hectares, os quais contribuem para a produção de, aproximadamente, 62 milhões de toneladas de grãos (AGRIANUAL, 2012). O milho é o mais tradicional cereal produzido no Brasil, e tem passado por notáveis transformações. A melhoria de tecnologia tem resultado em aumentos consideráveis em produtividade de grãos. A adubação é o principal fator que mais contribui para o aumento da produtividade do milho, podendo também influenciar na qualidade dos grãos. O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do milho e que apresenta maior resposta em termos de produtividade.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo analisar os teores dos elementos traço chumbo e níquel nas folhas de milho irrigado com proporções de água residuária doméstica tratada e água de abastecimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram conduzidos no Projeto de Assentamento Rural Milagres na Chapada do Apodi em Apodi-RN (latitude: 5° 37' 38"S; longitude: 37° 49' 55" W; e altitude de 150 m).

A região apresenta clima quente e semi-árido, conforme a classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de 27,1 °C, temperatura máxima média de 34,1 °C e temperatura mínima média de 22,8 °C. A insolação média da região é de aproximadamente 3041 horas.ano<sup>-1</sup>, com evaporação média de 2190 mm.ano<sup>-1</sup>, umidade relativa média de 66,8 % e precipitação média de aproximadamente 893 mm ano<sup>-1</sup> segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET (BACCARO; et al. 2009; CAVALCANTE JUNIOR, 2011). Além disso na área da chapada são encontrados diversos tipos de solos, destacando-se os Latossolos, Argissolos, Cambissolos e os Neossolos Litólicos.

O assentamento possui 107 habitantes que ocupam 28 residências, produzindo diariamente um volume de 20 m<sup>3</sup> de água residuária doméstica, equivalente a geração per capita de 187 L.habitante<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. Ressalta-se que o assentamento dispõe de rede coletora de água residuária doméstica para todas as residências, tendo o ramal domiciliar com diâmetro nominal de 100 mm e as tubulações primária e secundária com diâmetro nominal de 150 mm. Para o tratamento primário da água residuária doméstica canalizada foi instalado um decanto-digestor (tanque séptico mais dois filtros anaeróbios), sendo a disposição final da água residuária doméstica primária feita via sistema de irrigação por gotejamento visando a fertirrigação de cultivos agrícolas de interesse aos assentados.

A aplicação das proporções de água residuária primária e da água de abastecimento foi realizada por um sistema de irrigação por gotejamento automatizado constituído de: a) Dois reservatórios de 10 m<sup>3</sup> para armazenamento da água residuária primária e da água de abastecimento, ambos construídos com

concreto armado nas dimensões de 3,5 m de diâmetro por 1,0 m de profundidade; b) Duas unidades de recalque dotadas de motobombas com potência de 1,5 cv e filtro de discos com aberturas de 130  $\mu$ m; c) Cinco unidades de irrigação por gotejamento para aplicação das proporções de água residuária doméstica e água de abastecimento, dotadas de emissores não-autocompensantes de 1,6 L h<sup>-1</sup> de vazão nominal e espaçamento entre emissores de 0,30 m.

A água residuária doméstica tratada pelo decanto-digestor foi armazenada em reservatório de 10 m<sup>3</sup>, para posterior aplicação pelo sistema de irrigação por gotejamento. Enquanto, a água de abastecimento utilizada no experimento foi proveniente de um poço com 150 m de profundidade dotado de bomba submersa multiestágios com potência de 9,0 cv. O solo da área do experimento no Assentamento Milagres foi classificado como Cambissolo TA Eutrófico Típico, conforme as normatizações da EMBRAPA (2006).

A condução do experimento foi realizada no período de setembro a dezembro de 2011, e semeou-se milho variedade cruzeta (*Zea mays* L.) em campo, irrigado por gotejamento, dispondo de diferentes tratamentos. A semeadura foi realizada no dia 01 de setembro de 2011; o ciclo da cultura teve duração de 80 dias após emergência das plântulas. A cultura utilizada no experimento foi o milho cruzeta variedade precoce desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Foi feita a semeadura no espaçamento 1,0 m x 0,30m colocando o quatro sementes por cova e após 10 dias da emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por cova, foram realizadas capinas manuais para que o experimento ficasse ausente de plantas que competissem pelos nutrientes.

Foram coletadas amostras das folhas do milho ao final do ciclo para caracterização dos elementos traço chumbo, níquel e lítio seguindo as recomendações da EMBRAPA (EMBRAPA, 1997). As folhas para as análises químicas foram amostradas quando 50 % das plantas de milho apresentavam pendoamento, aproximadamente dois meses após a semeadura, coletando-se o terço médio da folha oposta e abaixo da espiga (folha diagnose-FD) na área útil de cada parcela experimental (duas linhas centrais). Este material foi encaminhado para o laboratório, e foi lavado, seqüencialmente, com água destilada, solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> de HCl e água deionizada. Após a lavagem, colocaram-se as folhas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. Nas amostras de folhas foram determinados os teores totais dos metais Li, Ni e Pb em extratos obtidos por digestão nítrico-perclórica (TEDESCO et al., 1995).

O cultivo do milho foi realizado utilizando no delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Sendo os tratamentos representados pelas seguintes proporções de água residuária doméstica primária e água de abastecimento: T1= 100% ARP (Água residuária doméstica primária) e 0% de AA (Água de Abastecimento); T2= 75% ARP + 25% AA; T3= 50% ARP + 50% AA; T4= 25% ARP + 75% AA; e, T5= 0% ARP + 100% AA.

Na Tabela 1 estão apresentadas as características físico-químicas e microbiológicas da água residuária doméstica primária e da água de abastecimento. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e no Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) segundo as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE et.al 2012).

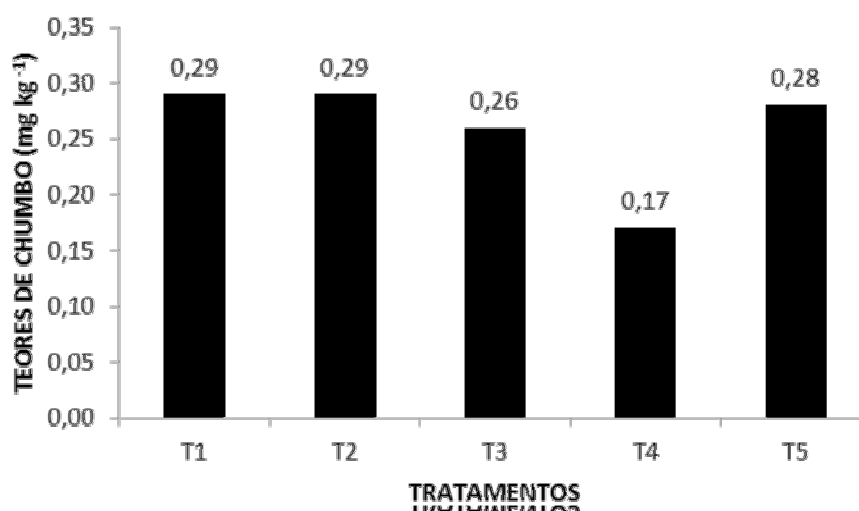
**Tabela 1.** Caracterização físico-química e microbiológica da água residuária doméstica primária e da água de abastecimento utilizadas na irrigação do milho.

Água residuária doméstica primária										
CE	pH	Fe	Mn	Cu	DBO	DQO	SS	SD	CTe	
dS m <sup>-1</sup>		----- Mg L <sup>-1</sup> -----								NMP 100 L <sup>-1</sup>
1,2	7,3	0,6	0,2	0,06	20	60	44	350	8,6x10 <sup>4</sup>	
Água de abastecimento										
CE	pH	Fe	Mn	Cu	DBO	DQO	SS	SD	CTe	
dS m <sup>-1</sup>		----- Mg L <sup>-1</sup> -----								NMP 100 L <sup>-1</sup>
0,1	7,0	0,4	0,07	0,01	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para os teores de chumbo presentes nas folhas de milho irrigadas com água residuária estão reunidos na Figura 1. Os teores de chumbo encontram-se entre 0,2 e 0,1 mg kg<sup>-1</sup>. Esses valores estão abaixo dos níveis preocupantes de intoxicação.

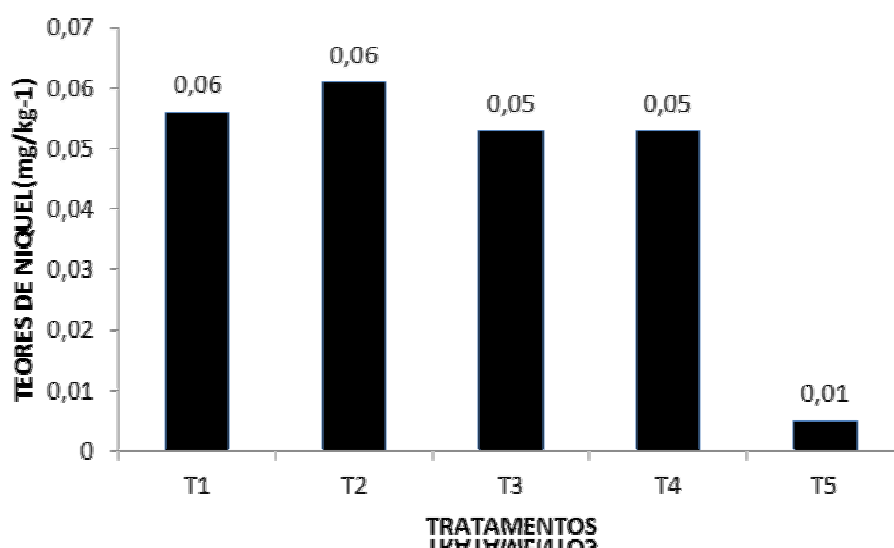
Para que os metais existentes no solo sejam absorvidos e acumulados nas plantas, estes devem estar em formas fitodisponíveis, e a fitodisponibilidade depende de várias propriedades do solo como pH, CTC, teor de matéria orgânica, teor de óxidos e hidróxidos de Fe, Al e Mn, atividade biológica, dentre outras.



**FIGURA 1.** Teores de chumbo em folha de milho irrigado com água residuária.

SILVA et al. (2006) observaram que o Pb em grãos de plantas de milho em três cultivos sucessivos em solo fertilizado com lodo de esgoto de diferentes origens. RANGEL et al. (2006) detectaram pequenos teores de Pb nos grãos de milho no segundo e terceiro cultivos em experimento com aplicação de lodo de esgoto, mas não constataram diferenças entre os tratamentos que receberam o resíduo e a testemunha, e concluíram também que, mesmo após três cultivos com lodo de esgoto os teores de Pb nos grãos permaneceram dentro da faixa considerada aceitável para o consumo humano, segundo os padrões da ANVISA.

Os resultados obtidos para os teores de níquel presentes nas folhas de milho irrigadas com água residuária estão reunidos na Figura 2.



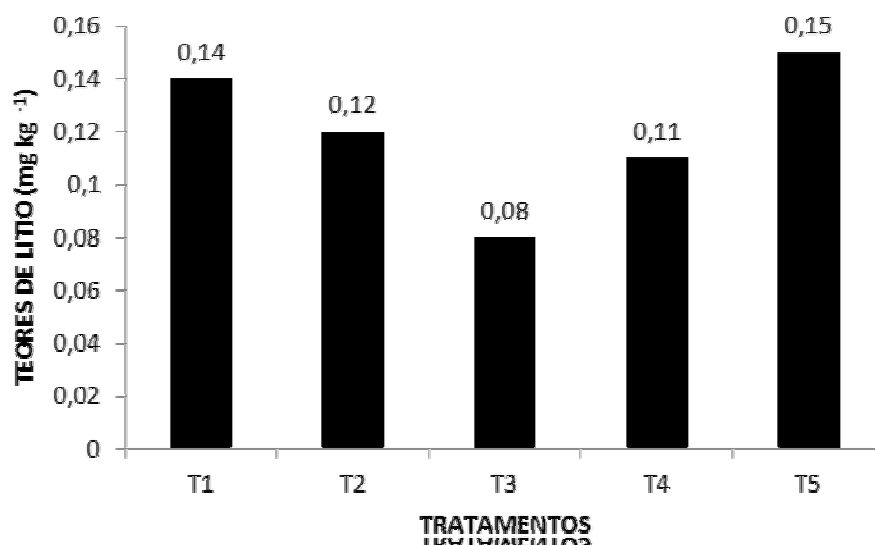
**FIGURA 2.** Teores de níquel em folha de milho irrigado com água residuária.

Observamos que os teores de níquel não variaram com o aumento das doses. Os valores variaram de 0,06 a 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Esses valores estão abaixo do limite de toxidez delimitado pela ANVISA.

Os resultados mostram que o teor de Níquel no efluente é muito maior que o presente na AA, que seu teor nas folhas aumenta com o aumento da concentração de efluente e que a concentração do metal nas folhas tratado com efluente puro é igual a tratada com a concentração de efluente de 75%, mas diminui 17% com 50 % de água de abastecimento.

O níquel (Ni), tradicionalmente, não tem sido considerado um elemento de grande importância biológica, exceto quando em altas concentrações (DALTON et al., 1985). Sua concentração, que não causa toxidez para diversas espécies, varia de 0,1 a 1,0 mg kg<sup>-1</sup> na matéria seca, enquanto que seu limite de toxicidade situa-se em torno de 20mg kg<sup>-1</sup> na matéria seca (BAKER; SENFT, 1995).

A Figura 3 Relaciona os teores de lítio nas folhas de milho irrigado com água residuária. Os valores observados para todos os tratamentos encontram-se entre 0,1 e 0,08 mg kg<sup>-1</sup>, os quais não apresentam perigo quanto a problemas de intoxicação por via alimentar.



**FIGURA 3.** Teores de lítio em folha de milho irrigado com água residuária.

## CONCLUSÕES

Em síntese, a adição do efluente doméstico tratado ao solo, em diferentes doses, como fonte de nutrientes para as plantas de milho, obteve valores de metais pesados abaixo daqueles recomendados pela ANVISA podendo este, ser utilizado como fonte de nutrientes desde que sejam monitorados periodicamente quanto aos parâmetros químicos e biológicos.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e a CAPES pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANUAL 2012. 17. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2012. 303 p.

BACCARO, C. A. D.; SILVA, P. C. M.; CAMACHO, R. G. V. Mapeamento geomorfológico da bacia do Apodi/Mossoró-RN, NE do Brasil. **Mercator: Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 8, n. 16, p.201-216, 2009.

BAKER, D. E.; SENFT, J. P. Copper. In: **Heavy Metals in Soils**; ALLOWAY, B. J. [Ed]; Chapman and Hall, London, 1995. 179 -205 p.

BRASIL. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **A questão da água no Nordeste**. Brasília: CGEE, 2012. 436p.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. **Produção e necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, Safra 2010/2011**. – Brasília: Conab, abril 2011. Disponível em:<[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf)>. acesso em 23/01/2012.

DALTON, D. A.; EVANS, H. J.; HANUS, F. J. Simulation by nickel of soil microbial urease activity and urease and hydrogenase activities in soybeans grown in a low-nickel soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.88, p.245-258, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FONSECA, A. F.; HERPIN, U.; PAULA, A. M.; VICTÓRIA, R. L; MELFI, A. J. Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.64, n.2, p. 194-209, 2007.

HESPAHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.22, n.63, p. 131-158. 2008.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W.; DYNIA, J. F. Efeito de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p.583-594, 2006.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496p.

SILVA, C. A.; RANGEL, O.J.P.; DYNIA, J.F.; BETTIOL, W.; MANZATTO, C.V. Disponibilidade de metais pesados para milho cultivado em Latossolo sucessivamente tratado com lodos de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p.353-364, 2006.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.