

IMPACTO DA APLICAÇÃO DE EFLUENTE DOMÉSTICO NOS TEORES DE ALUMÍNIO E CARBONO DO SOLO

Liliane Scabora Miotto¹, Paulo Sérgio Lourenço de Freitas¹, Juliana Marques Voroniak¹,
Maiara Kawana Aparecida Rezende¹, Anna Paola Tonello¹ e Graziela Silva Rezende²

1. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Programa de Pós Graduação em Agronomia – PGA.
Avenida Colombo 5.790, Zona 07, CEP: 87020-900, Maringá, PR.
E-mail: liliscabora@hotmail.com; pslfreitas@uem.br; juliana.voroniak@hotmail.com;
maiara_rezende_15@hotmail.com; anna.tonello@hotmail.com;
2. Universidade Estadual de Maringá - UEM, Departamento de Ciências Biológicas. E-mail:
grazi_9@msn.com

RESUMO: O efluente doméstico apresenta nutrientes e matéria orgânica em sua composição, possibilitando sua utilização na agricultura, como opção viável para seu destino final. Assim o objetivo do presente estudo foi avaliar os possíveis efeitos da aplicação de efluente doméstico (ED) nos teores de carbono e alumínio no solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro técnico de irrigação da Universidade Estadual de Maringá, em colunas de solo, arranjado em DIC em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos consistiram de doses crescentes de ED (0, 150, 300, 450 e 600 m³ ha⁻¹), aplicadas uma única vez, superficialmente em solo Nitossolo Vermelho distroférico. O milho foi semeado nas unidades experimentais, e 15 dias após a emergência foram aplicados os tratamentos. As amostras de solo foram coletadas no início do experimento e após a colheita da matéria seca das plantas de milho, em 5 camadas do perfil. Com base nos resultados conclui-se que a aplicação de doses crescentes de efluente doméstico em colunas de solo cultivado com milho, não apresentou efeitos significativos nos valores de alumínio e carbono do solo.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, reuso da água, solo

IMPACT OF THE APPLICATION OF DOMESTIC EFFLUENT ON LEVELS OF ALUMINUM AND CARBON SOIL

ABSTRACT: The domestic effluent has nutrients and organic matter in its composition, allowing its use in agriculture, as a viable option for their final destination. So the objective in the present study was to evaluate the possible effects of the application of domestic effluent (ED) the contents of carbon and aluminum in the soil. The experiment was conducted in a greenhouse in the Irrigation Technical Center of the State University of Maringa, in soil columns, arranged in DIC in a split plot. The treatments consisted of increasing doses of ED (0, 150, 300, 450 and 600 m³ ha⁻¹) applied only once, on the surface in soil Distroferric Red Nitosol. Maize was sown in the experimental units, and 15 days after emergence treatments were applied. Soil samples were collected at the beginning of the experiment and after harvest the dry matter of maize plants in 5 layers of the soil profile. Based on the results it is concluded that the application of increasing doses of domestic effluent in soil columns planted with maize, had no significant effect on values the aluminum and carbon soil.

KEYWORDS: fertigation, water reuse, soil

INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente devido à expansão urbana, industrial e agrícola, tem reduzido sucessivamente a qualidade da água existente na natureza. Outra adversidade verificada é a elevação do padrão de consumo que impulsiona o aumento da utilização de água, tornando-a cada vez mais escassa. Desse modo, o uso de fontes alternativas de recursos hídricos, tal como a utilização de águas residuárias na agricultura se torna uma tendência (Rebouças et al, 2010; Santos et al., 2012).

A utilização de água residuária é uma prática amplamente estudada e recomendada por pesquisadores como opção viável para fornecimento de água e de nutrientes as plantas (Souza et al., 2010; Costa et al., 2012a). A fertirrigação com água residuária vem crescendo, em razão do seu aporte de nutrientes e matéria orgânica que trazem benefícios para as plantas e redução dos impactos ambientais, uma vez que contribui para conservação e qualidade da água disponível, além de ser uma alternativa no controle da demanda por água (Monteiro et al., 2014; Freitas et al., 2012). Essa é uma forma de destino final para o esgoto doméstico, que tem sua carga poluidora reduzida por processos físicos, químicos e biológicos do solo.

Costa et al. (2012b) ao estudarem a cultura do milho submetida a irrigação com esgoto doméstico, constataram que além de favorecer a umidade do solo, o efluente proporcionou níveis nutricionais satisfatórios às plantas podendo ser considerado como fonte de nutrientes para sua produção.

Medeiros et al. (2005) verificaram que com a aplicação de água residuária doméstica e com o manejo convencional do solo, houve decréscimo de Al^{3+} , quando comparado a condição inicial do solo. Entretanto Garcia et al. (2012) notaram que a aplicação de diferentes doses de esgoto doméstico, não influenciaram os valores de alumínio no solo.

Jnad et al. (2001) observaram o acréscimo no teor de sódio e fósforo no solo, decorrente da aplicação de esgoto doméstico tratado em áreas cultivadas com gramíneas, entretanto para as concentrações de carbono orgânico total, os autores notaram que não houve alterações significativas, Garcia et al. (2012) também verificaram que a aplicação do resíduo, não alterou os valores de carbono no solo. Já conforme Fernandes et al. (2011) a disposição de material orgânico no solo pode propiciar no aumento da atividade dos microrganismos, e favorecer o incremento da mineralização de carbono.

Contudo um dos questionamentos pertinentes ao reuso de águas residuárias na agricultura é à concentração e o período de tempo, no qual o efluente pode ser aplicado sem

causar impactos negativos à cultura e ao solo. Conforme Santos et al. (2012) é imprescindível o manejo adequado e controlado de águas residuárias no solo, levando em conta o tipo de cultura, solo e forma que o produto será consumido.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar os teores de carbono e alumínio do solo, em função da aplicação de doses crescentes de efluente doméstico em colunas de solo cultivadas com milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro Técnico de Irrigação - CTI da Universidade Estadual de Maringá- Maringá, PR, no período de setembro a dezembro de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas cinco doses de efluente doméstico (0, 150, 300, 450 e 600 m³ ha⁻¹) e na subparcela cinco profundidades (0 - 5; 5 - 10; 10 - 20; 20 - 40; 40 - 60 cm) para a análise do alumínio (Al³⁺) e carbono(C) do solo.

O experimento foi conduzido em colunas de solo, constituídas por tubos de PVC com 0,25 m de diâmetro, com 1 m de altura, e área das bases de 0,0491 m². As colunas foram dispostas na vertical sobre uma estrutura de apoio de 0,15 m de altura, e distribuídas em duas linhas, espaçadas em 0,30 m entre colunas e 0,60 m entre linhas. Na base foram adaptadas telas de nylon, de malha de 1 mm e pratos de jardim perfurados, para evitar o extravasamento de material.

As colunas foram preenchidas com o solo Nitossolo Vermelho Distroférico proveniente de uma área do CTI, com histórico de aplicação de efluente doméstico, com textura muito argilosa na camada de 0 - 20 cm (230 g kg⁻¹ de areia, 60 g kg⁻¹ de silte e 710 g kg⁻¹ de argila, segundo Salvestro et al., 2012). O preenchimento ocorreu de forma gradual, de modo a reproduzir semelhantemente a mesma ordem sequencial dos horizontes em condição ambiente, até completar a altura de 90 cm.

No início do experimento foram retiradas amostras de solo para cada tratamento e repetição em cinco camadas do perfil: 0 - 5; 5 - 10; 10 - 20; 20 - 40; 40 - 60 cm. Na Tabela 1 podem-se conferir as características químicas iniciais do solo.

Tabela 1 - Análise química média inicial do solo por profundidade

| Parâmetros | Camadas (cm) | | | | |
|--|--------------|--------|---------|---------|---------|
| | 0 – 5 | 5 – 10 | 10 – 20 | 20 – 40 | 40 – 60 |
| pH água | 5,66 | 5,49 | 5,29 | 5,01 | 4,85 |
| Al ³⁺ | 0,04 | 0,08 | 0,21 | 0,29 | 0,31 |
| C (g dm ⁻³) | 15,89 | 15,42 | 15,21 | 15,13 | 15,15 |
| P (mg dm ⁻³) | 43,26 | 25,46 | 22,56 | 22,07 | 20,70 |
| Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 7,34 | 6,81 | 6,41 | 6,44 | 6,57 |
| Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 5,07 | 4,43 | 4,33 | 4,41 | 4,51 |
| K ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,95 | 0,80 | 0,69 | 0,76 | 0,82 |

As sementes de milho do híbrido Biomatrix 3063 PRO 2 para silagem, foi semeado no dia 03 e sua emergência ocorreu no dia 08 de outubro de 2014. Após 15 dias da emergência das plântulas realizou-se a aplicação dos tratamentos com as doses crescente do ED.

O efluente doméstico utilizado foi coletado na Estação de tratamento de Esgoto Sul (ETE - Sul) da SANEPAR de Maringá – Paraná, proveniente da última fase do tratamento do esgoto doméstico, e cujas características químicas são expostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química do efluente doméstico utilizado no experimento

| Parâmetros | Efluente doméstico |
|--|--------------------|
| Ph | 7,2 |
| CE (μS cm ⁻¹) | 842,8 |
| P (mg L ⁻¹) | 3,18 |
| K ⁺ (mg L ⁻¹) | 20,0 |
| Ca ²⁺ (mg L ⁻¹) | 8,8 |
| Mg ²⁺ (mg L ⁻¹) | 0,84 |

A umidade do solo durante o período experimental foi mantida próximo à capacidade de campo, por meio da pesagem de uma coluna controle, tomando-se o cuidado para que não houvesse percolação.

Para a avaliação do efeito da aplicação de ED no C e Al^{3+} do solo, foram retiradas amostras de solo para as camadas 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 40, 40 - 60 cm logo após a colheita da cultura.

Atendida as pressuposições básicas para a análise de variância, os dados obtidos foram submetidos à ANOVA. As variáveis que se mostraram significativas foram submetidas, ao teste Tukey, para a comparação de médias em nível de 5% de probabilidade. Os fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão. Todas as análises foram realizadas empregando o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS

Na Tabela 3 está exposta a análise de variância dos parâmetros estudados, na qual pode ser observado que as doses e a interação entre doses e camadas não foram significativas pelo teste F ao nível de 5% para o C e Al^{3+} do solo. Quando a interação não é significativa, indica que os fatores atuam de modo independente na concentração dos elementos. Entretanto para o fator camadas, houve significância para ambas as variáveis.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis Al^{3+} e C encontrados no solo após tratamento com efluente doméstico

| Fonte de variação | GL | Valores calculados de F | |
|-------------------|----|-------------------------|----------------------|
| | | Al^{3+} | C |
| Doses (A) | 4 | 0.4992 ^{NS} | 0.0998 ^{NS} |
| Camadas (B) | 4 | 0.0000* | 0.0300* |
| A*B | 16 | 0.0739 ^{NS} | 0.5019 ^{NS} |
| CV 1 (%) | | 72.53 | 12.94 |
| CV 2 (%) | | 42.58 | 12.88 |

* - significativo a nível de 5%; ^{NS} - não significativo; GL- graus de liberdade; CV -coeficiente de variação

A aplicação de doses crescentes de efluente como visto na Tabela acima, não influenciaram os teores de Al^{3+} no solo, não sendo possível ajustar um modelo de regressão. Resultados obtidos neste trabalho corroboram com Garcia et al. (2012) que constatararm que

diferentes doses de nitrogênio aplicado por meio do esgoto doméstico, não influenciaram os valores de alumínio no solo, e discordam de Medeiros et al. (2005) que observaram redução dos valores de Al^{3+} no solo, com o manejo de água residuária doméstica, quando comparado com a condição inicial do solo.

Cabral et al. (2011) verificaram redução do valor de Al^{3+} no solo com o aumento das doses de água residuária de suinocultura, e Trevisan et al. (2013) trabalhando com o mesmo resíduo, concluíram que com o aumento das doses houve o incremento dos valores de Al^{3+} no solo.

Como existe diferença significativa para o Al^{3+} no fator camada (Tabela 3), realizou-se o teste de comparação de médias (Tukey a 5%). Os valores médios do Al^{3+} nas camadas de solo encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios de alumínio no solo nas diferentes camadas, sob aplicação de ED

| Camadas (m) | Al^{3+} ($cmol_c\ dm^{-3}$) |
|-------------|---------------------------------|
| 0,0 - 0,05 | 0,00 c |
| 0,05 - 0,10 | 0,02 c |
| 0,10 - 0,20 | 0,24 b |
| 0,20 - 0,40 | 0,35 a |
| 0,40 - 0,60 | 0,39 a |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme verificado (Tabela 4), as camadas 20 - 40 e 40 - 60 superam e diferem as demais. Já a camada 10 - 20 supera e difere de 0 - 5 e 5 - 10. Cabral et al. (2011) ao estudarem a aplicação de água residuária de suinocultura em Capim-elefante, observaram que os valores de Al^{3+} para as camadas de solo 0 - 5 cm e 20 - 40 cm diferiram após a aplicação.

Pode-se observar que tanto no solo inicial (Tabela 1), quanto no solo final (Tabela 4) os valores de Al^{3+} aumentaram em profundidade, fato este que pode estar associado à redução linear do pH no perfil do solo, no qual o valor inicial era de 5,66 na camada de 0 - 5 cm e de 4,85 na camada de 40 - 60 cm, já ao término do experimento o valor de pH na camada superficial foi de 6,70 e na camada de 40 - 60 cm de 5,26. De acordo com Bohnen, (1995); Echart & Molina, (2001) quando o pH do solo está baixo o valor de alumínio em solução aumenta, pois nessa condição o hidrogênio atua sobre os minerais liberando íons alumínio (Al^{3+}) que ficam retidos pelas cargas negativas das partículas de argila do solo, em

equilíbrio com o Al^{3+} em solução. Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2004) que ao estudar o efeito da aplicação de efluente de esgoto tratado em argissolo, notou acréscimo nos valores de alumínio em profundidade, conforme a redução do pH.

O acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo pode contribuir para a acidificação da camada superficial, entretanto a matéria orgânica do solo apresenta alta afinidade pelo íon alumínio. A complexação de Al^{3+} pelas substâncias orgânicas formadas no processo de decomposição favorece a diminuição do alumínio na camada superficial. Segundo Meurer (2010) quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos no solo maior será a quantidade de alumínio complexado. De acordo com dados obtidos neste trabalho, observou-se a redução de alumínio nas camadas superficiais do solo, uma vez que no início do experimento as camadas de 0 - 5 e 5 - 10 cm apresentavam 0,04 e 0,08 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Al^{3+} , e ao término do experimento 0,00 e 0,02 $cmol_c\ dm^{-3}$ respectivamente.

Trevisan et al. (2013) encontraram redução de Al^{3+} em relação às camadas, sendo que a camada de 5 - 10 cm apresentou maior valor, e a camada de 60 - 80 cm menor valor de alumínio com aplicação de água residuária de suinocultura.

Em relação aos teores de carbono no solo em função das doses aplicadas de ED, não foi possível ajustar equação de regressão, possivelmente devido à única aplicação feita com o efluente, e/ou baixo conteúdo de carbono no resíduo aplicado, e/ou pela rápida mineralização do material orgânico adicionado via efluente.

Estes resultados corroboram com Fonseca et al. (2001) que constatou que a aplicação de diferentes taxas de efluente de esgoto tratado no solo, não alterou os teores de carbono orgânico total. Segundo o autor, o fato pode ter ocorrido provavelmente devido aos microrganismos terem preferido utilizar a matéria orgânica do efluente como fonte de energia, como também pelo curto período de duração do experimento. Com Silvano (2015) que trabalhando com a aplicação de lodo de indústria de gelatina em colunas de solo cultivadas com milho, verificou que não houve efeitos significativos nos teores de carbono total, após 60 dias da aplicação, a autora justifica o ocorrido pelo baixo conteúdo de carbono no resíduo aplicado, e pela rápida mineralização do material orgânico adicionado via efluente. Com Jnad et al. (2001) e Garcia et al. (2012) que não encontraram efeito da aplicação de esgoto doméstico tratado sobre o carbono do solo e Trevisan et al. (2013) e Cabral et al. (2011), com a aplicação de água residuária de suinocultura em curto período de tempo

Entretanto Friedel et al. (2000), verificaram o incremento de 2,5 vezes no teor de carbono orgânico total do solo após 80 anos de irrigação com água residuária de esgoto. De

acordo com estes estudos, subentende que para que ocorram alterações nos teores de carbono, é necessário que a aplicação de resíduos no solo seja em longo prazo, o que não aconteceu no presente estudo.

Já de acordo com Hernandez et al. (1988) o teor de carbono orgânico é maior em solo sem a adição de resíduo do que em solos que ocorreram a adição.

Os valores médios de carbono no solo em diferentes camadas pelo nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores médios de carbono no solo nas diferentes camadas, sob aplicação de ED

| Camadas (m) | C (g dm⁻³) |
|--------------------|------------------------------|
| 0,0 - 0,05 | 15,91 ab |
| 0,05 - 0,10 | 14,32 b |
| 0,10 - 0,20 | 16,10 ab |
| 0,20 - 0,40 | 16,14 a |
| 0,40 - 0,60 | 15,89 ab |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Como pode ser verificado na Tabela acima a camada 20 - 40 superou e diferiu a camada 5 - 10 cm. Tonello (2014) também verificou maiores teores de C nas camadas 20 - 40 tanto para latossolo quanto para nitossolo, com aplicações de lodo de indústria de gelatina no solo. Já Trevizan et al. (2013) e Cabral et al. (2011) observaram maiores teores de C nas camadas superficiais do solo com aplicação de água residuária de suinocultura.

De acordo com resultados obtidos neste trabalho, podemos observar que na camada de 5 – 10 cm após a aplicação do efluente doméstico, ocorreu a redução do carbono, na qual a concentração inicial do elemento na camada era de 15,42 g dm⁻³. Segundo Fernandes et al. (2011) a adição de material orgânico no solo pode proporcionar um aumento da atividade dos microrganismos, e promover um incremento da mineralização de carbono. Assim, está redução do teor de C, pode estar correlacionado com o aumento da atividade de microrganismos nesta camada do solo. Além disso, quando os resíduos são de baixa relação C:N, podem estimular a decomposição do carbono presente no solo, de acordo com Homem et al (2014) denominado “efeito priming”. Guedes et al. (2006) ao adicionarem lodo de esgoto na cultura do eucalipto observaram, após um ano de cultivo, redução nos teores de matéria

orgânica e de carbono orgânico do solo. De acordo com os autores, está diminuição ocorreu em razão do efeito “priming” do carbono.

CONCLUSÃO

O efluente doméstico aplicado até a dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, em colunas de solo cultivado com milho, não promoveu alterações significativas em relação ao carbono e alumínio do solo.

Em relação às camadas houve acréscimo dos valores de alumínio no solo com a profundidade. Para a variável carbono a camada de 5 – 10 cm apresentou o menor valor.

A disposição do efluente no solo de forma controlada e em curtos períodos de tempo pode ser uma alternativa para o tratamento desse resíduo e fonte de água para as plantas.

REFERÊNCIAS

BOHNEN, H. Acidez e calagem. In: GIANELLO, C., BISSANI, C.A., TEDESCO, M.J. (eds.) **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 1995, p.51 -76.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15 n.8. p.823–831, 2011

COSTA, M. S.; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; BATISTA, R. O.; COSTA, L. L. B.; OLIVEIRA, W. M. Produção de mudas de Timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 408-422, 2012a.

COSTA, M. S.; COSTA, Z. V. B.; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; MARINHO, M. J.C. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 12 - 26, 2012b.

ECHART, C. L.; MOLINA, S. C. Fitotoxicidade do alumínio: Efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.531-541, 2001.

FERNANDES, A. H. B. M.; ALVES, M. C.; SOUZA, R. A. C.; FERNANDES, F. A.; SOARES, M. T. S.; CRISPIM, S. M. A.; GALVANI, F.; LISITA, F. O. Nitrificação e mineralização de carbono em solos tratados com dejetos de suínos biodigeridos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 111. **Embrapa Pantanal**, ISSN 1981-7215; 111, 15p, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, A. F. da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. 2001. 110 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2001.

FREITAS, C. A. S.; da SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.10, p.1031-1039, 2012.

FRIEDEL, J. K.; LANGER, T.; SIEBE, C.; STAHR, K. Effects of long-term waste water irrigation on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. **Biol Fertil Soils** vol. 31, p.414–421, 2000.

GARCIA, G. O.; RIGO, M. M.; CECÍLIO, R. A.; DOS REIS, E. F.; BAUER, M. DE O.; RANGEL, O. J. P. Propriedades químicas de um solo cultivado com duas forrageiras fertirrigadas com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, p. 737-742, 2012.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGIANNI, F.; MATIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação do lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.1, p.267-280, 2006.

HERNANDEZ, T. GARCIA, C.; IAX, A. Transformation of carbon and nitrogen in a calciorthid soil amended with a range of organic residues. **Plant and Soil**, v.105, n.1, p.205-211, 1988.

HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O. B.; CONDÉ, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. G. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho – Amarelo. **Científica, Revista de Ciências Agrárias**, Jaboticabal, v.42, n.3, p.229-309, 2014.

JNAD, I.; LESIKAR, B.; KENIMER, A.; SABBAGH, G. Subsurface drip of residential effluent: I. soil chemical characteristics. **Transaction of the ASAE**, v.44, n.5, p.1149-1157, 2001.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A.; FERREIRA, P.; NEVES, J. C. L.; MATOS, A. T. e SOUZA, J. A. A. de. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.603-612, 2005.

MEURER, E. J. **Fundamentos da Química do solo**. 4^a. Ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 266p.

MONTEIRO, D. R.; SILVA, T. T. S.; SILVA, L. V. B. D.; LIMA, V. L. A.; SANTOS, C. L. M.; PEARSON, H. W. Efeito da aplicação de efluente doméstico tratado nos teores de micronutrientes no solo. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial 01, p.40-46, 2014.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. S.; GONZAGA, M. I. S.; GHEYI, H. R.; NETO, O. N. S. Crescimento do Feijão-Caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n.1, p. 97-102, 2010.

SALVESTRO, A.C.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; DALLACORT, R.; VIEIRA, C.V. Permanent wilting point of bean cultivated in dystic nitosols and rhodic ferralsols. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, v. 10, p. 462-466, 2012.

SANTOS, A. P. R. **Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um argissolo vermelho distrófico cultivado com capim-Tifton 85**. 2004. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.

SANTOS, O. S. N.; PAZ, V. P. da S.; GLOAGUEN, T. V.; TEIXEIRA, M. B.; FADIGAS, F. de S.; COSTA, J. A. Crescimento e estado nutricional de helicônia irrigada com água residuária tratada em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.8, p.820-827, 2012.

SILVANO, C. **Atributos químicos e microbiológicos de um Nitossolo sob aplicação de lodo de indústria de gelatina**. 2015. 65 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

SOUZA, R. M.; NOBRE, R. G.; GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 125-133, 2010.

TONELLO, A. **Impacto de aplicação do lodo de indústria de gelatina em colunas de solo e no percolado**. 2014. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2014.

TREVISAN, A. P.; FREITAS, P. S. L. REZENDE, R. SILVANO, C. FARIA JUNIOR, C.A. Atributos químicos do solo e qualidade do percolado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.16; p. 2686-2697, 2013.