



Teores de Zinco e Cobre em cambissolo irrigado com água residuária doméstica e água de poço ⁽¹⁾

Andrezza Grasielly da Costa ⁽²⁾; Vanessa Tainara da Cunha ⁽³⁾; Rafael Oliveira Batista⁽⁴⁾; Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa ⁽⁵⁾; Ketson Bruno da Silva ⁽⁶⁾ Valeria Tatiany da Cunha ⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

⁽²⁾ Mestranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: andrezza_grasielly@hotmail.com

⁽³⁾ Engenheira Agrícola e Ambiental, UFERSA, Mossoró-RN. E-mail: tainara.vanessa@yahoo.com.br.

⁽⁴⁾ Professor Adjunto III, Doutor em Engenharia Agrícola, UFERSA, Mossoró-RN. E-mail: rarafelbatista@ufersa.edu.br

⁽⁵⁾ Doutoranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: fabricia_gratyelli@hotmail.com

⁽⁶⁾ Doutorando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: ketsonbruno@hotmail.com

⁽⁷⁾ Engenheira Agrícola e Ambiental, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: valeriatatiany@yahoo.com.br

RESUMO: A escassez hídrica e a degradação ambiental no semiárido são fatores que contribui para a utilização de águas residuárias domésticas tratadas em aproveitamento agrícola. Dessa forma, o presente trabalho objetivou analisar os efeitos da aplicação da água residuária doméstica e água de poço na alteração dos teores de metais pesados em um cambissolo cultivado com pimenta malagueta. Para isso, uma área experimental de 744 m² foi montada no assentamento Milagres em Apodi-RN. Essa área é composta de estação de tratamento de esgoto e de sistema de irrigação por gotejamento. Os tratamentos utilizados foram T1 - 100% de aplicação água residuária doméstica tratada (ART) e 0% de água de poço (AP), T2 - 75% de ART e 25% de AP, T3 - 50% de ART e 50% de AP, T4 - 25% de ART e 75% de AP e T5 - 0% de ART e 100% de AP. No período experimental foram realizadas análises químicas da ART e AP, enquanto do solo foram coletadas amostras nas camadas de 0 a 0,20m, 0,20 a 0,40m e 0,40 a 0,60 m para detecção dos valores de pH, cobre e zinco. Os resultados indicaram que os teores de cobre e zinco do cambissolo não foram influenciados pelas proporções de água residuária doméstica tratada e de água de poço. Os valores de pH do solo apresentaram tendência de redução nas proporções com mais água residuária doméstica tratada em relação a água de poço.

Termos de indexação: *efluente, reuso, elementos traço.*

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos natural mais importante, graças aos usos múltiplos. No entanto o uso desordenado deste recurso resulta na geração de esgotos sanitários, resultando em inúmeros impactos sobre o ambiente natural.

Para Costa (2014) o reuso direto planejado das águas, decorrente de efluentes tratados e controlados torna-se uma fonte hídrica alternativa de grande importância principalmente em regiões que se caracterizam por elevada escassez e adversidades climáticas. No semiárido nordestino, em períodos de escassez, o uso da água se limita basicamente ao consumo humano e animal; o uso na agricultura e em outras atividades vem em segundo plano.

A utilização de água residuária doméstica na agricultura possui vários benefícios do uso das águas residuárias domésticas na agricultura devido 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 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 minimiza o problema da disposição final de águas residuárias (Hespanhol, 2003).

Diante do exposto, este trabalho objetivou analisar a alteração nos teores de metais pesados em um cambissolo cultivado com pimenta malagueta e irrigado com água residuária doméstica tratada e água poço.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram conduzidos de março de 2012 a agosto de 2012 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 muito quente e semi-árido, conforme a classificação climática de Köppen.

Nos últimos 15 anos o solo das áreas comunitárias do assentamento Milagres foi explorado com a produção intensiva do algodoeiro e as criações de bovinos e caprinos. O solo da área experimental do Assentamento Milagres foi classificado como Cambissolo TA Eutrófico Típico, conforme as normatizações da Embrapa (2006). Na **Tabela 1** estão apresentadas as características físico-químicas do solo da área experimental nas profundidades de 0 a 0,20 m, 0,20 a 0,40 m e 0,40 a 0,60 m.

O assentamento possui 107 habitantes que ocupam 28 residências, produzindo diariamente um volume de 16 m³ de água residuária doméstica. Ressalta-se que o assentamento dispõe de rede coletora de água residuária doméstica para todas as residências. 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 agrícola de interesse aos assentados.

O decanto-digestor foi construído em alvenaria de tijolos maciços com revestimento interno e externo contendo agente impermeabilizante para evitar infiltrações e vazamentos. O tanque séptico e os filtros biológicos foram dimensionados seguindo as recomendações da NBR 7229 (ABNT, 1993). Adotou-se no dimensionamento a profundidade útil de 1,30 m. Esse sistema foi montado em uma área de 744 m², sendo destinada ao cultivo da pimenta malagueta. Como a água residuária doméstica foi submetida somente ao tratamento primário, ressalta-se que existe o risco microbiológico do efluente; nesse caso optou-se pela instalação de cerca ao redor da área experimental tendo restrito acesso ao público.

A aplicação das proporções de água residuária primária e da água de abastecimento foi realizada por um sistema de irrigação por gotejamento automatizado.

A água residuária doméstica tratada pelo decanto-digestor foi armazenada em reservatório de 10 m³, 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.

Os tratamentos consistiram na aplicação da água residuária doméstica primária (ART) e água de poço (AP) com cinco proporções (T1 - 100% de ART e 0% de AP; T2 - 75% de ART e 25% de AP, T3 - 50% de ART e 50% de AP, T4 - 25% de ART e 75% de

AP e T5 - 0% de ART e 100% de AP). Para análise dos dados de solo, o experimento foi montado no esquema de parcelas subsubdivididas tendo nas parcelas os tratamentos, nas subparcelas as profundidades de amostragem (0 a 0,20 m, 0,20 a 0,40 m e 0,40m a 0,60m) e nas subsubparcelas os tempos de amostragem (0, 34, 68 e 102 dias). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições.

A cultura utilizada nos ensaios experimentais foi a pimenta malagueta, sendo transplantada no dia 14 de março de 2012. O espaçamento utilizado no experimento foi de 1,0 m entre fileiras de plantas por 0,30 m entre plantas. As parcelas experimentais foram constituídas de cinco fileiras de plantas de 2,5 m sendo duas bordaduras e as fileiras centrais a parcela útil, totalizando 25 parcelas de 12,5 m². Durante o experimento com pimenta malagueta aplicou-se uma lâmina bruta de irrigação de 692 mm com as distintas proporções de água residuária doméstica tratada e água de poço.

No período de 25 de abril a 25 de julho de 2012, foram realizadas, no experimento, quatro amostragens tanto da água residuária doméstica tratada quanto da água de poço seguindo as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Rice et al., 2012). Para caracterização química da água residuária doméstica, amostras foram coletadas e preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4°C até a entrada nos laboratórios. Em seguida, essas amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) onde foram realizadas análises de: pH, condutividade elétrica, cobre e zinco.

No Cambissolo da área experimental foram coletadas amostras compostas com auxílio de trado tipo holandês, nos tempos de avaliação de 0, 40, 67 e 102 dias após o transplante da pimenta malagueta, sendo a amostragem realizada em média a cada 34 dias para caracterização dos valores de pH, cobre e zinco seguindo as recomendações da Embrapa (Embrapa, 1997). Essas amostras foram coletadas em cada uma das 25 parcelas cultivadas com a pimenta malagueta e fertirrigadas com as distintas proporções de esgoto doméstico primário e de água de abastecimento nas camadas do perfil do solo de 0 a 0,20 m, 0,20 a 0,40m e 0,40 a 0,60 m. Foram coletadas quatro amostras simples de solo em cada parcela, próximas a faixa molhada do sistema de irrigação por gotejamento, nas três camadas do perfil do solo. Para cada profundidade foi obtida uma amostra composta resultante da mistura das quatro amostras simples. Em seguida, encaminharam-se as amostras compostas para o Laboratório de Análise

de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se, na **Tabela 2**, o valor médio e o desvio padrão das características químicas de quatro amostragens da água residuária doméstica primária e da água de poço realizadas durante o período experimental.

O valor médio da condutividade elétrica de ART foi inferior ao limite de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ proposto para uso agrícola de água residuária (Ceará, 2002). Esse resultado difere do valor de $1,05 \text{ dS m}^{-1}$ obtida por Moura et al. (2011) no tratamento de esgoto doméstico com tanque séptico, filtro anaeróbico e reator solar. A condutividade elétrica média de ART apresentou risco moderado de obstrução de gotejadores dentro da faixa de $0,8$ a $3,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Capra e Scicolone, 1998). Com relação à condutividade elétrica de AP, o seu valor médio atendeu ao padrão de potabilidade previsto na Portaria MS nº 2914/2011 (BRASIL, 2011a), sendo inferior ao limite de $1,57 \text{ dS m}^{-1}$. Além disso, a condutividade elétrica média da água de abastecimento indica baixo risco de obstrução de gotejadores, por ser inferior ao limite de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ (Nakayama et al., 2006).

Houve aumento dos valores de Zn e Cu nas maiores proporções de água residuária doméstica primária em relação às de água de abastecimento (**Figura 1**). Na **Figura 1b** evidenciou-se que os teores de zinco foram maiores no tratamento T2 devido ao maior aporte de zinco oriundo da mistura da água residuária doméstica primária com a água de abastecimento. Resultados semelhantes foram apresentados por Freitas et al. (2004) que obtiveram aumento de 860% nos teores de zinco de solo fertirrigado com água residuária da suinocultura em relação a solo irrigado com água de abastecimento. Semelhantemente Azevedo e Oliveira (2005) notaram aumento nos teores de zinco no solo que recebia a aplicação de água residuária.

Na **Figura 1c** observou-se que os teores de cobre aumentaram em todos os tratamentos quando as profundidades $0,10$ e $0,30 \text{ m}$ são comparadas. Essa fato se deve ao efeito da lixiviação e do menor teor de argila na profundidade de $0,10 \text{ m}$ ($0,10 \text{ kg kg}^{-1}$ apresentado na Tabela 1), enquanto na profundidade de $0,50 \text{ m}$ os teores de cobre reduzem em função adsorção pela argilas presentes em maior quantidade ($0,47 \text{ kg kg}^{-1}$ apresentado na Tabela 2). Os valores de cobre variaram de $0,13$ a $0,17 \text{ mg dm}^{-3}$, recebendo a classificação agrônômica muito baixa pois tais valores são inferiores ao valor limite de $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$ (Cfsemg, 1999). Ressalta-se

que esses valores foram inferiores o limite de 60 mg kg^{-1} estabelecido pela Resolução Conama nº 420/2009 (Brasil, 2009) para prevenção da contaminação do quanto à presença de substâncias químicas. No trabalho realizado por Freitas et al. (2004) constatou-se aumento considerável da concentração de cobre em solo fertirrigado com água residuária da suinocultura, devido a presença desse nutriente na ração dos suínos, que por apresentarem baixa eficiência alimentar liberam grandes aportes nos dejetos.

CONCLUSÕES

Os teores de cobre e zinco do cambissolo não foram influenciados pelas proporções de água residuária doméstica tratada e de água de poço, devido ao baixo aporte de elementos traço nas águas utilizadas na irrigação das parcelas.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Portaria MS nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial, Brasília, 2011a.
- CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.70, n.4, p.355-365, 1998.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa-MG: 1999. 359p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 412p.
- HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.13, n. ESPECIAL, p.411-437. 2003.
- 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.



Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento antes da aplicação da água residuária doméstica tratada

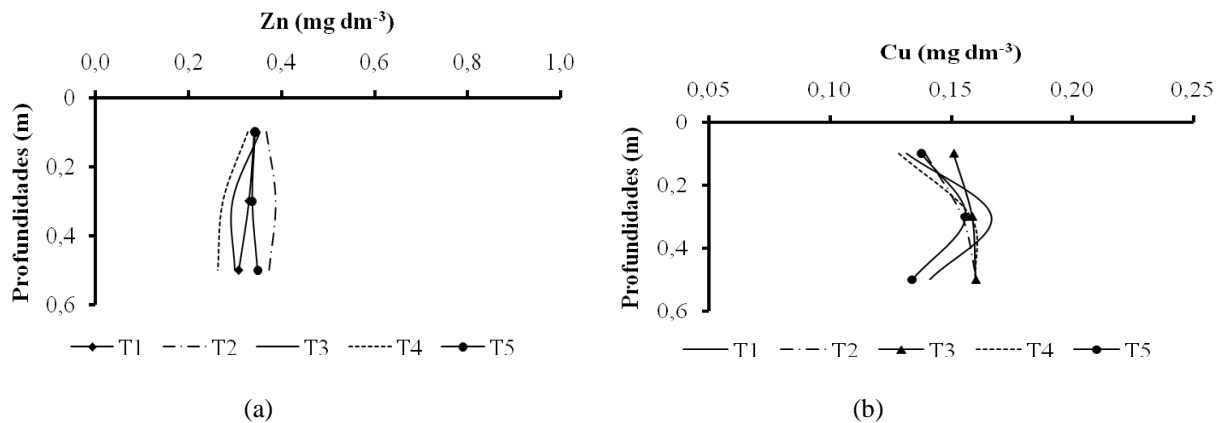
Camada no perfil do solo (m)	pH	MO g kg ⁻¹	P	K ⁺	Na ⁺	N	B	Cu	Zn	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC	m
						mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			..%..
0 a 0,20	6,7	1,8	7,7	138	125	0,25	0,3	0,7	3,1	2,1	0,6	0,0	3,05	4,04	0
0,20 a 0,40	7,2	1,2	1,4	106	120	0,20	0,2	0,9	0,5	1,8	0,6	0,0	2,67	3,17	0
0,40 a 0,60	6,5	1,1	0,7	134	118	0,18	0,3	0,5	0,4	3,5	1,3	0,0	5,14	5,14	0

Camada no perfil solo (m)	Densidade do solo g cm ⁻³	Areia	Silte	Argila	Umidade (%)
	kg kg ⁻¹			0,01 MPa 1,5
0 a 0,20	1,80	0,83	0,07	0,10	28,6 6,2
0,20 a 0,40	1,69	0,55	0,07	0,38	18,2 12,2
0,40 a 0,60	1,73	0,47	0,06	0,47	18,0 12,7

Nota: MO – matéria orgânica; SB - soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; e m – saturação por alumínio.

Tabela 2. Valor médio e desvio padrão das características químicas de quatro amostragens de água residuária doméstica primária (ART) e água de poço (AP), realizadas no período de 25 de abril a 25 de julho de 2012

Características	ART	AP
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	0,98 ± 0,13	0,08 ± 0,01
pH	7,30 ± 0,15	6,92 ± 0,17
Zinco (mg L ⁻¹)	0,097 ± 0,03	0,13 ± 0,12
Cobre (mg L ⁻¹)	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03



Nota: T1 (100% de ART e 0% de AP); T2 (75% de ARP e 25% de AP); T3 (50% de ARP e 50% de AP); T4 (25% de ARP e 75% de AP); e T5 (0% de ARP e 100% de AP).

Figura 1. Valores de Zn (a) e Cu (b) do solo irrigado com as proporções de água residuária doméstica primária e água de poço.