



## Teores de Ferro e Manganês em cambissolo irrigado com água residuária doméstica e água de poço

**Andrezza Grasielly da Costa** <sup>(2)</sup>; **Vanessa Tainara da Cunha** <sup>(3)</sup>; **Rafael Oliveira Batista** <sup>(4)</sup>; **Fabrcia Gratyelli Bezerra Costa** <sup>(5)</sup>; **Ketson Bruno da Silva** <sup>(6)</sup> **Emanoela Magna Cunha** <sup>(7)</sup>.

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

<sup>(2)</sup> Mestranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: [andrezza\\_grasielly@hotmail.com](mailto:andrezza_grasielly@hotmail.com)

<sup>(3)</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, UFERSA, Mossoró-RN. E-mail: [tainara.vanessa@yahoo.com.br](mailto:tainara.vanessa@yahoo.com.br).

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto III, Doutor em Engenharia Agrícola, UFERSA, Mossoró-RN. E-mail: [rarafelbatista@ufersa.edu.br](mailto:rarafelbatista@ufersa.edu.br)

<sup>(5)</sup> Doutoranda em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: [fabrcia\\_gratyelli@hotmail.com](mailto:fabrcia_gratyelli@hotmail.com)

<sup>(6)</sup> Doutorando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: [ketsonbruno@hotmail.com](mailto:ketsonbruno@hotmail.com)

<sup>(7)</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, DCAT, UFERSA, Mossoró-RN, E-mail: [emanoelacunha@hotmail.com](mailto:emanoelacunha@hotmail.com)

**RESUMO:** O aporte de nutrientes das águas residuárias doméstica estimula a prática do reuso na produção agrícola, porém a presença de metais pesados, mesmo que em baixas concentrações, pode acarretar problemas ambientais no longo prazo. 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 m<sup>2</sup> 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, ferro e manganês. Os resultados indicaram que os teores de ferro e manganês 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

O semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar um curto período chuvoso, temperatura elevada e alta taxa de evaporação. Quanto à quantidade de água no solo disponível às plantas,

nessa região, registra-se uma deficiência hídrica na grande maioria dos meses do ano (Brasil, 2012). 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 (IBGE, 2010).

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).

Léon Suematsu e Cavallini (1999) afirmaram que a utilização de esgoto sanitário tratado como fonte de nutrientes, traz benefícios ao meio ambiente e ao produtor rural, que irá reduzir seus custos com aplicação de fertilizantes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade das culturas.

Diante do exposto, este trabalho objetivou analisar a alteração nos teores de Fe e Mn 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup>, 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 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.

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 subdivididas 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 m<sup>2</sup>. 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. 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, ferro e manganês 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.

## 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.

Na ART o valor médio do pH encontram-se dentro da faixa de 5 a 9 estabelecida pela Resolução Conama nº 430/2011 para lançamento de água residuária doméstica tratada em corpos hídricos



receptores (Brasil, 2011b). Além disso, esse valor médio foi superior ao pH de 6,81 obtido por Moura et al. (2011) em água residuária doméstica tratada com tanque séptico, filtro anaeróbio e reator solar, onde houve uma ligeira acidificação do efluente em função do tratamento anaeróbio.

O valor médio do ferro total presente na ART encontra-se dentro da faixa de 0,2 a 1,5 mg L<sup>-1</sup> estabelecida por Nakayama et al. (2006) que classifica o risco de obstrução de gotejadores como moderado. Tal valor médio atende aos padrões de lançamento de água residuária tratada em corpo hídrico, onde o limite máximo é de 15,0 mg L<sup>-1</sup> (Brasil, 2011b). Na AP a concentração média de ferro encontra-se na faixa de 0,2 a 1,5 mg L<sup>-1</sup>, classificando o risco de obstrução de gotejadores como moderado. O valor médio do ferro foi inferior a 5,0 mg L<sup>-1</sup> não contribuindo para a acidez e a indisponibilidade do fósforo e do molibdênio (Ayers e Westcot, 1999). Em relação à potabilidade da água, o ferro é uma característica organoléptica, pois altera sua coloração. De acordo com a Portaria MS nº 2914/2011 (Brasil, 2011a), a concentração média de ferro foi inferior ao limite de 0,3 mg L<sup>-1</sup>, indicando a potabilidade dessa água.

A concentração média de manganês na ART foi inferior ao limite de 1,0 mg L<sup>-1</sup> estabelecido para o lançamento de águas residuárias em corpo hídrico receptor (Brasil, 2011b). Além disso, a concentração média de manganês na ART foi menor que 0,20 mg L<sup>-1</sup>, não representando riscos de toxicidade para cultivos agrícolas obtidos em solos ácidos. O manganês representa baixo risco de obstrução de gotejadores, pois o seu valor médio na ARP foi inferior ao limite de 0,1 mg L<sup>-1</sup> (Nakayama et al., 2006). O teor médio do manganês na AP foi menor que 0,1 mg L<sup>-1</sup>, sendo classificado como baixo o risco de obstrução de gotejadores. Segundo Ayers e Westcot (1999), concentrações de manganês menores que 0,20 mg L<sup>-1</sup> não ocasionam problema de toxicidade à plantas. De acordo com a Portaria MS nº 2914/2011 (Brasil, 2011a), a concentração média de manganês foi menor que o limite de 0,1 mg L<sup>-1</sup>, indicando a potabilidade dessa água.

Houve aumento dos valores de pH e Zn nas maiores proporções de água residuária doméstica primária em relação às de água de abastecimento (**Figura 1**). Deve-se ressaltar que os valores de pH dos solos sob os tratamentos T1 a T5 encontram-se dentro das faixas de 5,5 a 6,0 e de 6,1 a 7,0 proposta pela Cfseng (1999), sendo classificados agronomicamente como bom e alto, respectivamente.

Os valores de manganês oscilaram de 21,4 a 26,7 mg dm<sup>-3</sup>, sendo superiores ao limite de 12 mg dm<sup>-3</sup> estabelecido por Cfseng, 1999, recebendo, assim, a classificação agrônômica alta. A Resolução Conama

nº 420/2009 (Brasil, 2009) não apresenta valores de prevenção da contaminação por manganês. Houve ligeiro aumento dos teores de manganês na camada superficial do solo em todos os tratamentos, além de tendência de redução desses valores com as profundidades (**Figura 1b**). Segundo Novais et al. (2007), a disponibilidade de manganês no solo depende tanto do pH quanto do potencial redox, onde, para valores de pH superiores a 5,5 o manganês torna-se menos disponível na solução do solo e para as plantas.

## CONCLUSÕES

O teor manganês 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.

Os valores de pH do cambissolo apresentaram tendência de redução nas proporções com mais água residuária doméstica tratada em relação a água de poço, pois o maior aporte de matéria orgânica propicia a liberação do íon hidrogênio que causa acidificação.

Houve maior retenção do manganês na camada de solo de 0 a 0,20 m.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Traduzida por GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMACENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO 29, 1999).
- BATISTA, R. O.; SOUZA, J. A. R.; FERREIRA, D. C. Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n. 1, p.18-22, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 412p.
- 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 <sup>-1</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	N	B	Cu	Zn	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	m
				.....mg dm <sup>-3</sup> .....							.....cmole dm <sup>-3</sup> .....				..%..
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

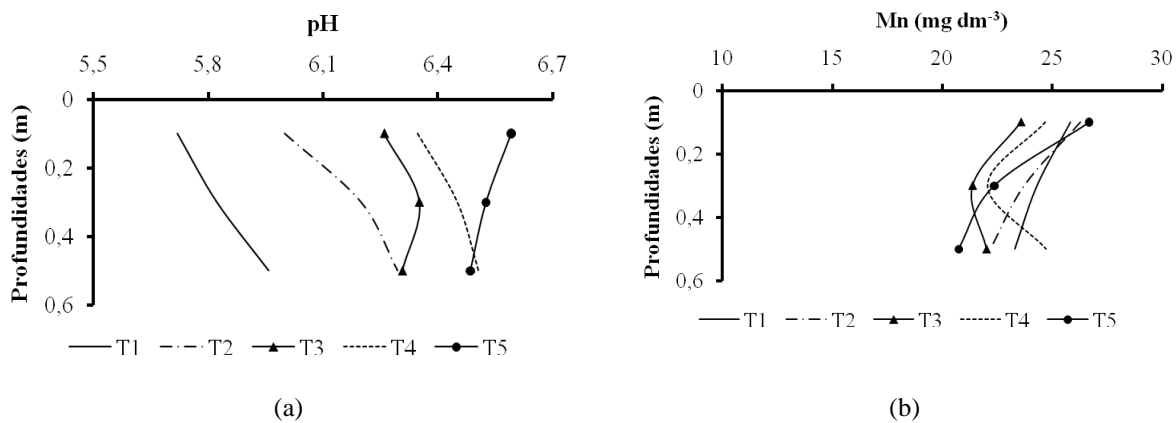
  

Camada no perfil do solo (m)	Densidade do solo g cm <sup>-3</sup>	Areia .....kg kg <sup>-1</sup> .....	Silte	Argila	Umidade (%) 0,01 MPa	1,5 MPa
0 a 0,20	1,80	0,83	0,07	0,10	28,6	6,2
0,20 a 0,40	1,69	0,55	0,07	0,38	18,2	12,2
0,40 a 0,60	1,73	0,47	0,06	0,47	18,0	12,7

**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
Ph	7,30 ± 0,15	6,92 ± 0,17
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,98 ± 0,13	0,08 ± 0,01
Ferro total (mg L <sup>-1</sup> )	0,42 ± 0,13	0,21 ± 0,11
Manganês total (mg L <sup>-1</sup> )	0,09 ± 0,06	0,05 ± 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 pH (a), e Mn (b) do solo irrigado com as proporções de água residuária doméstica primária e água de poço.