

Modificações Químicas na Água de No Ambiente Edáfico Após Aplicação do Biossólido e Água Residuária

Fabiana Xavier Costa¹

UFCG

fabyxavierster@gmail.com

Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Embrapa Algodão

napoleão@cnpa.embrapa.br

Vera Lúcia Antunes de Lima

UFCG

antunes@deag.ufcg.edu.br

Edivan Silva Nunes Júnior

UEPB

edivanjuniors@yahoo.com.br

Sany Guedes Costa

UFCG

sanyraiodesol@yahoo.com.br

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar as modificações químicas no ambiente edáfico e na água drenada, após aplicação de biossólido e irrigação com água residuária tratada. Depois a segunda cultura, prosseguiu-se um experimento iniciado no programa de pesquisa em saneamento básico (PROSAB) do departamento de engenharia civil da Universidade Federal de Campina Grande, PB. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 unidades experimentais. Em esquema fatorial $(2 \times 3) + 1$, representado por dois tipos de água (abastecimento e residuária tratada), usadas no experimento I com a cultura da mamona, (sendo que no experimento II com a cultura do milho utilizou-se apenas água de abastecimento) e três doses de biossólido: 0, 75, e 150 kg ha⁻¹ e uma testemunha na qual se usou fertilizante químico na fórmula NPK. Para acompanhar o impacto dos insumos no solo, foram analisadas as características de micronutrientes, no final do experimento com a cultura do milho. Foram avaliadas nas águas utilizadas as concentrações de: matéria orgânica, (DQO) e nutrientes (nitrogênio amoniacal, fósforo total e ortofosfato solúvel). O solo que foi irrigado com água residuária no experimento anterior apresentou incremento de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo.

Palavras - chave: milho, fertilizantes químicos, lodo de esgoto, micronutrientes

Abstract: It was aimed at with this work to evaluate the chemical modifications in the atmosphere edáfico and in the drained water, after biossólido application and irrigation with water treated residuária. Then the second culture, she continued an initiate experiment in the research program in basic sanitation (PROSAB) of the department of civil engineering of the Federal University of Campina Grande, PB. The experimental delineamento was it entirely casualizado, with seven treatments and three repetitions, totaling 21 experimental units. In factorial outline $(2 \times 3) + 1$, represented by two types of water (provisioning and treated residuária), used in the experiment I with the culture of the castor oil plant, (and in the experiment II with the culture of the corn was just used water of provisioning) and three biosolid doses: 0, 75, and 150 kg have-1 and a witness in the which chemical fertilizer was used in the formula NPK. To accompany the impact of the inputs in the soil, the micronutrientes characteristics were analyzed, in the end of the experiment with the culture of the corn. They were appraised in the used waters the concentrations of: organic matter, (DQO) and nutritious (nitrogen amoniacal, total match and soluble ortofosfato). The soil that was irrigated with water residuária in the previous experiment presented increment of organic matter, nitrogen and match.

Keywords: corn, chemical fertilizers, sewer mud, micronutrientes.

¹ Autor a quem toda correspondência deverá ser endereçada

1. Introdução

A escassez cada vez mais acentuada de mananciais de qualidade adequada para o abastecimento de água das populações e conseqüentemente da agricultura é fator que determina o despertar do interesse em reutilizar as águas provenientes dos processos industriais, agro-industriais e urbanos.

Em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, com base no seguinte conceito: "a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior" (HESPANHOL, 2001).

Observa-se que um meio de amenizar o problema ocasionado pela escassez de água potável seria o reuso de águas residuárias, principalmente para fins agrícolas. De acordo com Blaustein (1982), o uso de efluente pode aumentar a produtividade agrícola devido ao alto conteúdo de nutrientes existente nas águas residuárias.

A utilização ou o uso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo desde há muitos anos. Há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância. Nesse sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende, também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluente e do consumo de água (LEON E CAVALLINE, 1999).

O conhecimento de que o tratamento das águas residuárias é de vital importância para a saúde pública e para conservação dos mananciais, ocasionou grande desenvolvimento das tecnologias de tratamento, principalmente nos países desenvolvidos. Qualquer que seja o tratamento utilizado para o esgoto, haverá geração de um subproduto denominado lodo de esgoto (GONÇALVES et al., 2001).

O uso agrícola constitui uma das formas mais utilizadas para a disposição final de biossólido; cerca de 25% de todo o biossólido produzido nos Estados Unidos são utilizados na agricultura; na Europa e no Canadá, a utilização é de aproximadamente 37%. Pela sua composição química, o biossólido se apresenta como um possível fertilizante para o uso agrícola, uma vez que é composto por cerca de 40% de matéria

orgânica e macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (MELO et al. 2001).

Considerando que há um grande potencial para o uso de água residuária na irrigação de diversas culturas e que os estudos são poucos aqui no Brasil envolvendo o uso de tal insumo e de biossólidos com culturas em rotação, com o conseqüente efeito residual e que ha uma grande demanda por tecnologias sobre este assunto, foi concebido este trabalho, que teve por objetivo avaliar as modificações químicas no ambiente edáfico e na água, após aplicação de biossólido e irrigação com água residuária tratada.

2. Material e Métodos

A presente pesquisa foi uma continuação de um experimento anterior com a cultura da mamona, no qual consta dos seguintes dados:

O experimento com a cultura da mamona foi conduzido, no período de 01 de março de 2002 a 21 de novembro de 2002, em lisímetros (unidade experimental) de drenagem, construídos no PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico) do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande – PB. O experimento anterior, assim, como este foi realizado no PROSAB.

O solo foi coletado nas proximidades da Universidade Federal de Campina Grande, sendo classificado, edafologicamente, como um Regossolo, de acordo com Embrapa (2001). O material foi seco ao ar, destorroado e passado na peneira de 4,00 mm.

No experimento anterior utilizaram-se dois tipos de fertilizantes: químico e orgânico (biossólido). As fontes de fertilizantes químicos foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K₂O) e superfosfato (45% P₂O₅), com objetivo de elevar a fertilidade do solo. Foram realizados uma adubação de fundação no 01/03/2002 com os três elementos e duas de cobertura nos dias 29/04/2002 e 24/05/2002 apenas com sulfato de amônio, utilizando-se as seguintes dosagens na fundação: 15 kg N ha⁻¹, 30 kg P₂O₅ ha⁻¹, 60 kg K₂O ha⁻¹ e na cobertura 40 kg N ha⁻¹.

Para os lisímetros adubados com biossólidos, seguiram-se recomendações de (TSUTIYA, 2001). Utilizou-se como biossólido o lodo de esgoto obtido da digestão anaeróbia do esgoto doméstico em um reator UASB (local para tratamento de água) desidratada ao sol, por um período de 60 dias, em leito de secagem constituído de tanque provido de sistema de drenagem composto por uma camada de 10 cm, uma camada de areia de igual espessura e uma tela e na parte inferior drenos, por onde era percolado o excesso de umidade.

As análises físicas e químicas do lodo seco (Tabela 1) foram média de três repetições, e estão expressos em relação à porcentagem de matéria seca a 105°C. Estas análises foram realizadas segundo

metodologia proposta pela Standard Methods for Examination of Water and Wastewater para lodo (APHA, 1995).

Tabela 1 – Características físicas e químicas do lodo de esgoto digerido

| Sólidos Totais | Umidade | PH | M.O | N | P | K | Ca | Mg |
|----------------|---------|------|--------|-------|-------|-------|------|-------|
| 34,46 % | 65% | 6,6% | 52,42% | 2,64% | 1,78% | 0,38% | 3,4% | 0,97% |

Análises realizadas no laboratório do PROSAB – Campina Grande – PB – Brasil - 2002 Fonte: Nascimento, 2003.

Utilizou-se no experimento anterior, dois tipos de água: abastecimento e água residuária tratada. A água de abastecimento público proveio de abastecimento de água do município de Campina Grande – PB. A água residuária, utilizada era efluente decantado de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), o qual trata o esgoto bruto doméstico proveniente de bairros circunvizinhos à região do Catolé, localizado no município de Campina Grande – PB.

O delineamento utilizado no experimento com o milho foi o mesmo do experimento anterior com a mamona, ou seja, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de análise fatorial (2 x 3) +1 com três repetições, sendo os fatores dois tipos de água (abastecimento e residuária tratada) e três doses de biossólido (0, 75 e 150 Kg. ha⁻¹), com base na necessidade de nitrogênio da cultura) e uma testemunha na qual se usou fertilizante químico na fórmula NPK.

O plantio foi realizado no dia 20 de junho de 2003, onde antes o solo foi colocado na capacidade de campo até a drenagem completa dos lisímetros. Foram usados na adubação da testemunha relativo fertilizantes químicos, nas dosagens de 15 kg N ha⁻¹, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 60 kg K₂O ha⁻¹, colocados na fundação, utilizando-se como fontes o sulfato de amônio (20% N), superfosfato triplo (45% P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% K₂O) respectivamente. O nitrogênio foi aplicado também em cobertura no dia 19/08/2003, na dose de 15 Kg N ha⁻¹. As dosagens dos fertilizantes químicos utilizados por lisímetro, correspondem a 17,8 g de superfosfato triplo, 10,0 g de KCl e 15,0 g de sulfato de amônio. No tratamento testemunha absoluta (A₁L₀) não se adubou, apenas colocou-se água de abastecimento e nos tratamentos (A₁L₁ e A₁L₂) irrigou-se com água de abastecimento e adubou-se com lodo e nos demais se colocou água residuária com lodo, avaliando-se, assim, o efeito residual (água e lodo), usado no experimento anterior com a mamona, no cultivo do milho.

O plantio foi realizado de forma manual em covas espaçadas de 20 cm em cada lisímetro. Na semeadura utilizaram-se cinco sementes por lisímetro, onde em cada cova, com três cm de

profundidade foi semeada uma semente, totalizando, assim, cinco covas por lisímetro.

A germinação das sementes ocorreu em 26/06/2003, aos 6 dias após o plantio. Após a germinação, no dia 05/07/2003, fez-se o desbaste, deixando-se duas plantas por lisímetro, o que resultou num total de 42 plantas nos 21 lisímetros.

Como o experimento objetivou avaliar as modificações químicas no ambiente edáfico e na água, após aplicação de biossólido e irrigação com água residuária tratada no experimento anterior com a mamona, usou-se apenas água de abastecimento no experimento atual com o milho, irrigando-se com regador, onde o volume utilizado nos dois primeiros meses foi de 2 litros, no terceiro mês, 3 litros e no quarto mês foi utilizado nos primeiros 15 dias, 4 litros e nos outros quinze dias 6 litros. Os volumes de água utilizados foram de acordo com o índice de evapotranspiração da cultura, mantendo-se o solo na capacidade de campo.

Foram analisadas as características de micronutrientes do solo e químicas da água, sendo essas características analisadas antes do plantio do milho (no final do experimento anterior com a mamona) e no final do seu ciclo. As variáveis referentes aos micronutrientes foram: boro, cobre, ferro, manganês e zinco. As variáveis referentes a água foram: demanda química de oxigênio, condutividade elétrica, alcalinidade, fósforo total, sólidos suspensos totais, sólidos totais, absorvância de nitrato, absorvância de nitrito, ortofosfato, magnésio e cálcio.

Os resultados das variáveis determinados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico ESTAT (Sistema para Análises Estatísticas) – UNESP – FCAV – Campus de Jaboticabal. O nível de significância foi analisado através do teste “F”. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

Características do solo após o término do experimento com o milho

- Micronutrientes

Observa-se na Tab. 2 que as variáveis de micronutrientes do solo foram afetados significativamente apenas no fator dose de lodo com exceção do manganês. E o zinco que foi significativo para o contraste e a testemunha. O boro e o cobre apresentaram significância estatística ao nível de 5% e o ferro e zinco ao nível de 1% de

probabilidade pelo teste F. De maneira geral pode-se dizer que as maiores variações foram obtidas quando se utilizou a dose de 150 kg ha⁻¹, com incremento nos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, de 48,28, 29,55%, 22,88, 11,39 e 66,37% na dose de 0 kg ha⁻¹ (Tab. 3).

Tabela 2 - Resumos das análises de variâncias, referentes as variáveis de micronutrientes do solo: boro (B(mg/dm³)), cobre (Cu(mg/kg)), ferro (Fe(mg/kg)), manganês (Mn(mg/kg)), zinco (Zn(mg/kg)), para o período de 120 dias após semeadura (DAS). (UFCG/ PROSAB/ Campina Grande, Paraíba, 2003.

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médios | | | | |
|-------------------|----|-----------------|--------|----------|--------|--------|
| | | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| Lodo (L) | 2 | 0,13* | 0,03* | 165,85** | 0,33ns | 0,84** |
| Água (A) | 1 | 0,13ns | 0,01ns | 43,25ns | 0,14ns | 0,04ns |
| L x A | 2 | 0,001ns | 0,01ns | 5,19ns | 0,01ns | 0,04ns |
| Fat vs Testem | 1 | 0,011ns | 0,00ns | 26,02ns | 0,19ns | 0,35* |
| Tratamento | 6 | 0,07ns | 0,01* | 68,56* | 0,17ns | 0,36** |
| Resíduo | 14 | 0,03 | 0,004 | 19,02 | 0,16 | 0,06 |

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ^{ns} não significativo, pelo teste F.

Tabela 3 - Valores médios dos fatores doses de lodo e tipos de água para as variáveis de micronutrientes do solo: boro (B(mg/dm³)), cobre (Cu(mg/kg)), ferro (Fe(mg/kg)), manganês (Mn(mg/kg)), e zinco (Zn(mg/kg)), para o período de 120 dias após semeadura (DAS). (UFCG/ PROSAB/ Campina Grande, Paraíba, 2003.

| Causa de Variação | Médias | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | B | Cu | Fe | Mn | Zn |
| Dose de lodo | | | | | |
| 0 kg | 0,58 b | 0,44 b | 45,01 b | 4,04 a | 1,13 b |
| 75 kg | 0,63 ab | 0,51 ab | 51,99 a | 4,22 a | 1,49 b |
| 150 kg | 0,86 a | 0,57 a | 55,31 a | 4,50 a | 1,88 a |
| Tipo de água | | | | | |
| Água de abastecimento | 0,77 a | 0,51 a | 52,32 a | 4,17 a | 1,45 a |
| Água residuária | 0,60 a | 0,50 a | 49,22 a | 4,34 a | 1,55 a |
| Testemunha | 0,75 | 0,50 | 53,95 | 3,98 | 1,13 |

Em cada coluna e fator médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Características da água após o término do experimento

De acordo com a análise de variância apresentada na Tab. 4 e 5, verifica-se, que ocorreu significância estatística para o fator lodo nas variáveis, absorvância de nitrito, demanda química de oxigênio, sólidos suspensos totais e sólidos totais. Observando-se a alcalinidade, absorvância de nitrato, condutividade elétrica da água drenada, demanda química de oxigênio, ortofosfato, fósforo total, sólidos suspensos totais e sólidos totais

verifica-se que houve diferenças significativas entre os tipos de água e para a interação dose de lodo versus tipo de água o teor de carbono, condutividade elétrica da água drenada, a demanda química de oxigênio, ortofosfato e os sólidos totais foram significativos.

Já na interação entre os fatores estudados versus testemunha observou-se diferença significativa para a alcalinidade, absorvância de nitrato, carbono, cálcio, demanda química de oxigênio e os sólidos suspensos totais.

Tabela 4 - Resumos das análises de variâncias, referentes as variáveis da água: alcalinidade (Alc(mg.L⁻¹)), absorvância nitrito (abs.NO₂(mg.L⁻¹)), absorvância nitrato (abs. NO₃ (mg.L⁻¹)), carbono (C(mg.L⁻¹)), cálcio (Ca(mg.L⁻¹)), condutividade elétrica (CEa. (dS.m⁻¹)), demanda química de oxigênio (DQO(mg.L⁻¹)) para o período de 120 dias após semeadura (DAS). (UFCC/ PROSAB) Campina Grande, Paraíba, 2003.

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médios | | | | | | |
|-------------------|----|-----------------|----------------------------|-----------------------------|---------|--------------|----------|------------|
| | | Alcalinidade | Absorb. de NO ₂ | absorb. de. NO ₃ | C | Ca | CEa | DQO |
| Lodo (L) | 2 | 4680,72ns | 0,0004** | 5,61ns | 0,013ns | 6674,06ns | 1,07ns | 2908,39* |
| Água (A) | 1 | 234384,22** | 0,0013 ns | 549,02** | 0,003ns | 15842,00ns | 123,40** | 46309,39** |
| L x A | 2 | 4471,06ns | 0,0007 ns | 25,39ns | 1,23** | 32856,17ns | 9,67** | 5225,39** |
| Fat vs Testem | 1 | 173680,03* | 0,0010ns | 86,69* | 1,02* | 1342095,36** | 1,49ns | 11409,53** |
| Tratamento | 6 | 71061,30* | 0,0007ns | 116,29** | 0,58* | 239499,63** | 24,39** | 12331,08** |
| Resíduo | 14 | 21320,86 | 0,0006 | 11,17 | 0,17 | 29189,14 | 1,38 | 615,09 |

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ns não significativo.

Tabela 5 - Resumos das análises de variâncias, referentes as variáveis da água: ortofosfato (P orto(mg.L⁻¹)), magnésio (mg(mg.L⁻¹)), fósforo total (P.total(mg.L⁻¹)), sólidos suspensos totais (sst(mg.L⁻¹)), sólidos totais (st(mg.L⁻¹)) para o período de 120 dias após semeadura (DAS). (UFCC/ PROSAB/ Campina Grande, Paraíba, 2003).

| Causa de Variação | GL | Quadrado Médios | | | | |
|-------------------|----|-----------------|------------|----------|----------|---------------|
| | | P orto | Mg | P. total | SST | ST |
| Lodo (L) | 2 | 0,01ns | 70385,39ns | 0,71ns | 82,72** | 1548820,67* |
| Água (A) | 1 | 0,03* | 373,56ns | 2,65* | 709,39** | 38403848,00** |
| L x A | 2 | 0,03* | 14073,72ns | 0,56ns | 9,72ns | 3001812,67** |
| Fat vs Testem | 1 | 0,01ns | 77952,03ns | 0,60ns | 90,87* | 74898,29ns |
| Tratamento | 6 | 0,02* | 41207,30ns | 0,96ns | 164,19 | 7930002,16** |
| Resíduo | 14 | 0,01 | 46246,57 | 0,59 | 11,05 | 416706,86 |

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; ns não significativo.

Segundo as médias na Tab. 6, observa-se um acréscimo na DQO de 97,95% na água residuária com relação à água de abastecimento, que por sua vez foi 2,33 vezes maior que a testemunha. De maneira geral, pode-se dizer que as maiores variações da DQO foram obtidas nas dosagens mais elevadas, sendo as dose de 75 e 150 kg de lodo 85,35 e 95,05% maior que a testemunha, respectivamente.

Apesar do Ptotal não ter sofrido efeito significativo pelo teste de Tukey a 5%, pelas médias obtidas na Tab. 6, observa-se um incremento de 192,50% no teor de Ptotal no solo quando a irrigação foi feita com água residuária, no tocante a testemunha, verifica-se que ela foi 290% inferior quando comparada com a água residuária e 33,33% quando com parada com água de abastecimento.

Foi constatada diferença significativa para o teor de orto fosfato (P orto) entre os tipos de água,

provavelmente devido ao elevado teor de fósforo da água residuária, onde a mesma foi 2,25 vezes maior do que a água de abastecimento. Para as variáveis alcalinidade, sólidos suspensos totais e sólidos totais a água residuária foi 92,48, 198,26 e 195,77% maior que a água de abastecimento, onde a água de abastecimento superou apenas na alcalinidade em relação a testemunha.

Os valores da condutividade elétrica (Tab. 6), com aumento de 137,53% da água residuária em relação a água de abastecimento classifica a água percolada nestes tratamento como de alta salinidade (9,05 dS m⁻¹), neste contexto e nas condições desenvolvidas nesta pesquisa, é importante, quando da utilização de água residuária, fazer um monitoramento da salinidade; para a absorvância nitrato a água de abastecimento foi 14,81 vezes maior que a da água residuária.

Tabela 6: Valores médios dos fatores doses de lodo e tipos de água para as variáveis da água: demanda química de oxigênio (DQO(mg.L⁻¹)), fósforo total (Ptotal(mg.L⁻¹)), ortofosfato (Porto(mg.L⁻¹)), alcalinidade (Alc(mg.L⁻¹)), sólidos suspensos totais (SST(mg.L⁻¹)), sólidos totais (ST(mg.L⁻¹)), cálcio (Ca(mg.L⁻¹)), magnésio (Mg((mg.L⁻¹)), condutividade elétrica (CEa(dS.m⁻¹)), absorvância nitrato (Abs.NO₃(mg.L⁻¹)), absorvância nitrito e (Abs.NO₂(mg.L⁻¹)). (UFCG/ PROSAB/ Campina Grande, Paraíba, 2003).

| Causa de Variação | Médias | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|--------|--------|----------|---------|-----------|----------|----------|--------|----------------------|----------------------|
| | DQO | Ptotal | Porto | Alc | SST | ST | Ca | Mg | CEa | Abs. NO ₃ | Abs. NO ₂ |
| Dose de lodo | | | | | | | | | | | |
| O kg | 129,33 b | 0,42 a | 0,12 a | 370,17 a | 8,33 b | 3733,00 b | 605,0 a | 586,17 a | 6,02 a | 6,54 a | 0,01 a |
| 162,50 ab | 1,10 a | | 0,13 a | 329,50 a | 14,50 a | 4747,33 a | 558,50 a | 778,33 a | 6,86 a | 7,16 a | 0,03 a |
| 150 kg | 171,00 a | 0,83 a | 0,13 a | 383,00 a | 15,00 a | 4187,67ab | 623,17 a | 768,83 a | 6,41 a | 5,27 a | 0,03 a |
| Tipo de água | | | | | | | | | | | |
| Água abastecimento | 103,56 b | 0,40 a | 0,08 b | 246,78b | 6,33 b | 2762,00 b | 565,89 a | 715,67 a | 3,81 b | 11,85a | 0,01 a |
| Água residuária | 205,00 a | 1,17 a | 0,18 a | 475,00 a | 18,88 a | 5683,33 a | 625,22 a | 706,56 a | 9,05 a | 0,80 b | 0,03 a |
| Testemunha | 87,67 | 0,30 | 0,17 | 101,00 | 6,67 | 4393,33 | 1318,00 | 537,00 | 5,67 | 0,52 | 0,00 |

Em cada coluna e fator médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

4. Conclusões

1. Com relação as características de micronutrientes do solo pode-se concluir de uma maneira geral que as maiores variações foram obtidas quando se utilizou a dose de 150 kg ha⁻¹, com incremento nos teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, de 48,28, 29,55, 22,88, 11,39 % e 66,37% na dose de 0 kg ha⁻¹.

2. O solo que foi irrigado com água residuária na cultura anterior (mamona) apresentou incremento de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, nutrientes estes imprescindíveis ao crescimento e desenvolvimento da planta.

3. Diante dos resultados obtidos constata-se que os efeitos residuais nos efluentes da utilização de água residuária na cultura anterior é viável para uma agricultura sustentável, no entanto que sua utilização seja feita de uma maneira ecologicamente correto para garantir a saúde dos seres vivos e a preservação do meio ambiente.

5. Referências bibliográficas

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington, DC: APHA, 1995.

BLAUSTEIN, J. Effluent in Trickle Irrigation of cotton in Arid zones. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, vol.108, Nº IR2, June, 1982.

Embrapa - EMPRESA BRASILEIRA E PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos**. Brasília: Embrapa, Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2001.

GONÇALVES, R. F.; LUDUVICE, M.; VON SPERLING, M; Remoção da umidade de lodos de esgotos. In; **Lodo de esgoto: Tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: UFMG, 2001. Cap.5, p. 159 – 259.

HESPANHOL, I. Reuso da água - uma alternativa viável. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente - BIO**, Rio de Janeiro, nº 18, abr/jun, 2001, p.24-25.

LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**, tradução de H. R. Gheyi; A. König; B. S. O. Ceballos; F. A. V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 1999.

MELLO, W. J. de; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. de. **Lodo de esgoto: tratamento e disposição final**, Belo Horizonte: UFMG, 2001, cap.11, p.289 – 363.

NASCIMENTO, M. B. H. do. **Modificações no ambiente edáfico, na água e na mamoneira, submetidas ao uso de biossólidos e água residuária**. Campina Grande, PB / UFCG. 2003. 78p. (Dissertação de Mestrado - UFCG).

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos, In: **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001, cap. 5, p.133 – 180.

Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.