



## **ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM ARGISSOLO CULTIVADO COM CAPIM TIFTON IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**

Carmem Cristina Mareco de Sousa<sup>1</sup>, Francisco Marcus Lima Bezerra<sup>2</sup>, João Valdenor Pereira Filho<sup>2</sup>, Alexandre Reuber Alemida da Silva<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará

### **RESUMO**

Objetivando avaliar os atributos químicos de um Argissolo Acinzentado Eutrófico cultivado com tifton 85 irrigado por sulco com esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização e água de poço freático, conduziu-se um experimento no município de Aquiraz, Ceará. O delineamento foi blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram: T1 água do poço (75% da evaporação do tanque Classe A); T2 150 kg Na ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esgoto tratado; T3 300 kg Na ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esgoto tratado; T4 600 kg Na ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esgoto tratado; T5 1200 kg Na ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de esgoto tratado, as lâminas correspondentes ao esgoto tratado foram com base na concentração de sódio (Na). Para avaliação do experimento, o solo foi amostrado no início e no final do experimento, nas profundidades de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m. Os atributos analisados foram pH, CE, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, e, K<sup>+</sup> e P assimilável, cujas análises foram realizadas utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997). Tanto água do poço quanto de esgoto tratado não apresentou grau de restrição para uso de irrigação, devido os baixos teores de Na, CE e de RAS observados. O esgoto tratado pode ser utilizado na irrigação de culturas, de preferência em sistemas abertos e utilizando a menor lâmina de esgoto, para que não haja acúmulo de sódio no solo.

**Palavras-chave:** reúso; irrigação por sulcos; *Cynodon* spp.

### **ABSTRACT**

To evaluate the chemical attributes of a Argissolo Acinzentado eutrófico cultivated with Tifton 85 furrow irrigated with domestic wastewater treated in stabilization pond and well water table led to an experiment in the city of Aquiraz, Ceará. A randomized block design with five treatments and four replications. The treatments consisted: T1 from the well (75% of evaporation from a Class A); T2 150 kg Na ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of treated sewage, T3 300 kg Na ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of treated sewage and T4 600 kg Na ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of treated sewage, T5 1200 kg Na ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of treated sewage, based on sodium concentration (Na). To evaluate the experiment, the soil was sampled at the beginning and end of the experiment at depths from 0.0 - 0.20 e 0.20 – 0.40 m. The attributes analyzed were pH, EC, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, e, K<sup>+</sup> and P, whose analysis was performed using the methodology of EMBRAPA (1997). Both well water and treated sewage showed no degree of restriction for irrigation, due to the low levels of Na, EC and RAS observed. Treated wastewater can be used for agricultural irrigation, mainly in open systems with depths that not favour sodium accumulation in soil.

**Key words:** reuse; furrow irrigation; *Cynodon* spp.

### **INTRODUÇÃO**

O uso de efluente de esgoto tratado em atividades agrícolas é um fato, porém é necessário um melhor aprofundamento no manejo adequado

dessa alternativa hídrica em relação ao sistema solo – planta – efluente, pois segundo Azevedo & Oliveira (2005), e Corrêa et al. (2007) essa prática atende à necessidade de reciclagem, desde que

adotada de forma racional, favorecendo os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, melhorando o desenvolvimento e a produtividade das culturas irrigadas por efluente.

Vale salientar que os altos teores de bicarbonato  $\text{HCO}^{-3}$ , associado às altas concentrações de  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{CO}^{-3}$  nesse efluente, podem causar salinização e/ou sodificação na estrutura do solo. Contudo, trabalhos asseguram que a utilização de águas residuárias na irrigação de culturas agrícolas pode incrementar o valor do pH do solo (Quin & Woods, 1978; Al-Nakshabandi et al., 1997; Speir et al., 1999) e diminuir o teor de Al trocável, devido ao aumento dos cátions trocáveis no solo e da alcalinidade, adicionados pelas águas residuárias (Falkiner & Smith, 1997).

A maior preocupação na utilização de águas residuárias na irrigação de culturas é a possível salinização do solo, devido à quantidade de sódio e potássio contido nos efluentes. Segundo Santos (2004), o aporte e a dinâmica do sódio em solos irrigados com efluente dependem da concentração do elemento no efluente, da magnitude da absorção pelas plantas, da intensidade do processo de lixiviação, da permeabilidade do solo e da dinâmica de outros íons ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{CO}^{-3}$  e  $\text{HCO}^{-3}$ ).

Leal (2007) afirma que a irrigação com efluente de esgoto tratado é bastante promissora, demandando, entretanto, que todos os riscos envolvidos sejam adequadamente mensurados e que estratégias específicas de manejo sejam aplicadas objetivando a minimização de possíveis efeitos deletérios na qualidade do solo e na estabilidade da produtividade dos cultivos, garantindo a sustentabilidade da prática de reúso. Por isso, se fazem necessárias avaliações de longo prazo, ao longo do perfil, e das águas subterrâneas, para que se avaliem riscos de contaminação ambiental, além de estudos que englobem a totalidade dos parâmetros relacionados à qualidade do solo, para que se possam fundamentar recomendações e adoções generalizadas ao reúso agrícola de efluentes.

A sustentabilidade do uso de efluente de esgoto tratado em agrossistemas depende do manejo adequado da irrigação, monitoramento dos atributos do solo, da solução do solo e da cultura. Já que o acúmulo de  $\text{Na}^{+}$  no solo é um dos principais entraves para o uso de efluente na irrigação. No entanto, este acúmulo pode ser controlado por meio de práticas agrícolas, como a aplicação de sais de cálcio solúveis (gesso) e a manutenção dos

teores de  $\text{Ca}^{+}$  e  $\text{Mg}^{+}$  em níveis adequados no solo (Santos, 2004). Ademais, a aplicação de águas residuárias no solo promove melhorias nos atributos físico-químicos (Anami et al., 2008).

Diante disto, o objetivo do trabalho foi avaliar os atributos químicos de um Argissolo Acinzentado eutrófico cultivado com capim Tifton 85 (*Cynodon ssp.*) irrigado com esgoto doméstico tratado e água de poço freático.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa sobre Tratamento e Reúso de Águas Residuárias, pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Ceará (CAGECE), localizado na cidade de Aquiraz, Ceará. O clima da região é classificado como tropical quente e úmido, do tipo Aw' pela classificação de Köppen e o solo é um Argissolo Acinzentado Eutrófico (EMBRAPA, 1999).

Na Tabela 1 são apresentados os principais atributos químicos do solo na área experimental, antes da implantação do experimento. Com os resultados dessa análise foi feita a calagem com  $0,15 \text{ kg m}^{-2}$  de calcário dolomítico com intuito de melhorar a relação cálcio/magnésio e a adubação orgânica ( $21 \text{ kg m}^{-2}$  com esterco de curral curtido) e mineral ( $14 \text{ g m}^{-2} \text{ N}$ ,  $21 \text{ g m}^{-2} \text{ P}_2\text{O}_5$  e  $21 \text{ g m}^{-2} \text{ K}_2\text{O}$ ) de modo convencional, a lanço, em cada parcela de cada tratamento (UFC, 1993).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais com área de  $7 \text{ m}^2$  ( $3,5 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$ ) constituídas de quatro sulcos fechados espaçados em  $0,5 \text{ m}$ . A área total do experimento foi de  $402,6 \text{ m}^2$  ( $18,3 \text{ m} \times 22,0 \text{ m}$ ). Os tratamentos foram definidos por diferentes lâminas do esgoto tratado, com base na concentração de sódio Na ( $\text{T2 } 150 \text{ kg Na ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ;  $\text{T3 } 300 \text{ kg Na ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ;  $\text{T4 } 600 \text{ kg Na ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $\text{T5 } 1200 \text{ kg Na ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e da água do poço T1 com lâmina de irrigação de 75% da evaporação do tanque classe A (ECA), instalado na área experimental. Os atributos químicos das duas águas encontram na Tabela 2.

As lâminas do esgoto tratado referentes a cada tratamento foram  $\text{T2 } 132 \text{ mm ano}^{-1}$ ,  $\text{T3 } 265 \text{ mm ano}^{-1}$ ,  $\text{T4 } 530 \text{ mm ano}^{-1}$  e  $\text{T5 } 1061 \text{ mm ano}^{-1}$ . A fim de evitar o fluxo horizontal, superficial e subsuperficial, do efluente entre as parcelas, foi instalada entre cada parcela uma manta de polietileno, desde a superfície do solo até  $1 \text{ m}$  de profundidade.

A aplicação do esgoto tratado e da água do poço foi feita pelo método de irrigação por sulco (BERNARDO et al., 2006). O terreno da área experimental apresentava uma declividade inferior a 2% em toda a área. O esgoto tratado e a água do poço eram aduzidas de cisternas independentes até as parcelas experimentais através de tubulações composta de 2 linhas de derivação de 50 mm diâmetro (uma para o esgoto e a outra para água do poço) que continham 5 registros (4 na tubulação do efluente para controle das lâminas de irrigação e 1 na tubulação da água do poço). Nas saídas de cada registro instalou-se uma estrutura feita com tubulação de polietileno de 32 mm de diâmetro com 4 saídas de água, uma para cada sulco de cada tratamento experimental, espaçadas à 0,5 m. No início da área foi instalado 4 “cavaletes” com 2 registros para controle das lâminas do esgoto e da água do poço, aplicadas nas unidades de cada bloco. A vazão do sistema era de  $1,53 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$ , a uma pressão de serviço de 300 kPa. O esgoto tratado da cisterna foi bombeado da última lagoa de estabilização.

As irrigações com turno de rega de 2 dias, foram feitas após a leitura da evaporação do tanque classe ECA, sendo aplicada a lâmina de irrigação correspondente a 75% da ECA, tanto no período com e sem chuva. Para os outros tratamentos com esgoto tratado, quando as lâminas do esgoto não eram suficientes para atender a condição de 75% ECA era feita a complementação da lâmina de irrigação, utilizando água de poço. A Tabela 2 apresenta os demais atributos químicos de ambas às águas utilizadas na irrigação do capim Tifton 85.

O transplântio das mudas foi realizado em fevereiro de 2008, após a instalação do sistema de irrigação no espaçamento de 0,5 m entre sulcos. Utilizou-se as mudas do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.), fornecidas pelo Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. As capinas foram realizadas manualmente.

Para avaliação dos efeitos dos tratamentos foram coletadas, ao acaso, amostras de solo, nas camadas 0–0,20 m e 0,20–0,40 m, no início e no final do experimento. As amostras encaminhadas para o Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, pertencente à Universidade Federal do Ceará para determinação dos atributos pH, condutividade elétrica, concentração trocável de cálcio, sódio e magnésio, e, potássio e fósforo assimilável, cujas análises foram realizadas utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5%, em seguida procedeu-se à análise de regressão múltipla de acordo com o modelo experimental. Quando verificado efeito significativo na análise de variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o SAEG 9.1 (UFV, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos quadrados médios do bloco verifica-se efeito significativo nas lâminas de esgoto aplicada no solo na profundidade de 0–0,20 e 0,20–0,40 m sobre o pH do solo ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F (Tabela 3). Nenhum dos parâmetros ajustou-se a um modelo matemático, quando submetido à análise de regressão, exceto para o pH na profundidade de 0,20–0,40 m, à 5% de probabilidade.

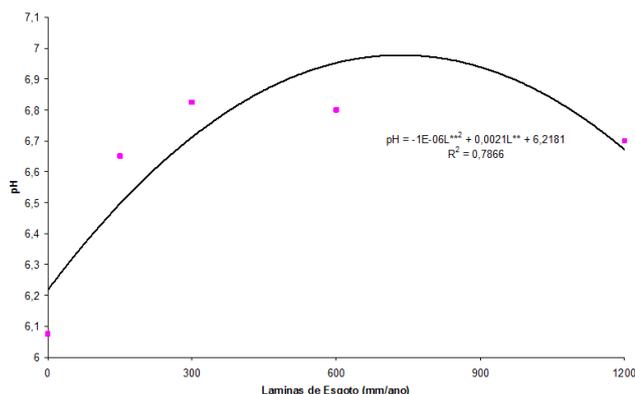
Os resultados das análises da água do poço e do esgoto tratado foram comparados às diretrizes de qualidade d'água para irrigação (Ayers & Westcot, 1985). Considerando o possível problema de salinização do solo, o efluente de esgoto não apresentou nenhum grau de restrição em todo o período experimental (Tabela 2). Para capins bermudas (capim Tifton 85), a salinidade da água e do esgoto tratado não oferece risco à produtividade, uma vez que, para um rendimento máximo (100%), a condutividade elétrica da água não deve ultrapassar  $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ . Neste sentido, os capins bermudas, em geral, são tolerantes à salinidade. Santos (2004) trabalhando com capim Tifton 85, utilizando efluente de esgoto, também, observou a tolerância desta cultura à salinidade.

De acordo com Leal (2007), a irrigação com efluente de esgoto, além de ser uma fonte de umidade permanentemente disponível à cultura, resulta numa adição dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento da cultura, cálcio, magnésio e potássio. Todavia, também representa as adições ao sistema solo-planta, de elementos indesejáveis, como o sódio, comprometendo a integridade dos atributos do solo e a estabilidade do rendimento dos cultivos em longo prazo.

Em vista do acúmulo de macronutrientes no solo, Leal (2007) recomenda que se faça o monitoramento dos atributos químicos do solo em estudo, a fim de que se possam avaliar os riscos de contaminação ambiental.

No que se refere aos riscos de sodificação com alteração de estrutura do solo e conseqüente redução da infiltração de água, tanto a água do

poço como do esgoto tratado não apresentaram nenhum grau de restrição para uso na irrigação durante todo o período do experimento. Considerando somente os valores de RAS, valores baixos obtidos para o esgoto tratado (média = 2,26 mmolc L<sup>-1</sup>) e para a água (média = 1,42 mmolc L<sup>-1</sup>). Isso é explicado ao se observar às altas concentrações de cálcio e magnésio na água e no esgoto com referência às concentrações de sódio, no entanto, a concentração média deste elemento foi superior no esgoto (2,44 mmolc L<sup>-1</sup>).



**Figura 1.** pH (H<sub>2</sub>O 1:2,5) água em função das lâminas de esgoto tratado na profundidade de 0,20–0,40 m, Aquiraz – CE, 2008.

Embora haja importância na presença de Na no esgoto tratado e ao conseqüente aporte desse elemento ao solo, de acordo com Ayers & Westcot (1985), os riscos de alterações na estrutura do solo são atribuídos às fontes de água de irrigação, tanto a água do poço quanto ao efluente, de acordo com os valores de RAS e CE.

Santos (2004) também não evidenciou diferença significativa no teor do Na no solo em relação à água e o efluente, com mesmos volumes de água e efluente aplicados durante o período de irrigação no capim Tifton 85.

Queiroz et al. (2004) afirmam que do ponto de vista do solo, a alta capacidade de extração do Na é uma característica desejável para uma gramínea forrageira a ser utilizada em um sistema de tratamento de água residuária, pois auxilia no controle de possíveis problemas de salinização e sodificação do solo, contribuindo para a sustentabilidade do sistema de tratamento.

Os valores do pH para a água e do esgoto tratado permaneceram na faixa de restrição normal para as águas utilizadas na irrigação, ressaltando que pH anormal pode criar desequilíbrio de nutrição ou conter íons tóxicos (Ayers & Westcot, 1985).

Quanto à alcalinidade como HCO<sup>3-</sup>, não apresentou grau de restrição de uso, tanto para a água do poço como para o efluente, durante todo o experimento, porém, o valor médio (1,98 mmolc L<sup>-1</sup>) da alcalinidade do esgoto tratado foi um pouco superior ao valor obtido para a água do poço (0,37 mmolc L<sup>-1</sup>). Santos (2004) observou que a salinização do efluente foi superior à da água de irrigação no cultivo do capim Tifton 85, mas não resultou em redução no rendimento da cultura.

Pelos quadrados médios do bloco verificou-se efeito significativo nas lâminas de esgoto aplicadas no solo nas camadas estudadas sobre o pH do solo pelo teste F ao nível de significância de 5%. Apesar dessa variação de pH no solo nas duas camadas estudadas (Tabela 3), os valores encontrados estão entre 5,5 e 7,0, o que permitirá que a maioria de todos os elementos essenciais estejam solúveis e disponíveis às plantas, aumentando a eficiência de absorção.

A comparação das médias do pH nos distintos tratamentos, para a camada de 0 – 0,20 m, pode ser observada na Tabela 4. Nota-se um pequeno aumento significativo do pH nos tratamentos T2 (132 mm ano<sup>-1</sup>) e T3 (265 mm ano<sup>-1</sup>) em relação a testemunha, sendo que os tratamentos 2 e 3 diferiram do tratamento 1 (água do poço) (Tabela 4). Santos (2004) obteve elevado pH no tratamento com efluentes e sem adubação nitrogenada. De acordo com Brady & Weil (1999), a fertilização nitrogenada tem efeito acidificante no solo.

Em relação ao pH, nas camadas 0,20 – 0,40 m, na qual, o modelo estatístico que mais se ajustou aos dados, foi polinomial quadrática, com R<sup>2</sup> de 78,66%, respectivamente (Figuras 1).

Observa-se que à medida que aumenta a lâmina de irrigação do esgoto, há uma tendência de aumento na profundidade até o ponto de máxima (ponto de inflexão), que representou a lâmina que proporcionou maior pH no solo. Esta lâmina encontra-se a partir da derivação da equação de regressão, sendo o valor de 7,0, referente à lâmina 530 mm ano<sup>-1</sup> utilizada no experimento.

Provavelmente, a lâmina de esgoto acima do ponto de inflexão, resultará em pH mais baixos, acusando então, acidez do solo, devido a nitrificação do nitrogênio adicionada ao solo via irrigação com esgoto doméstico tratado, já que a concentração de íons hidrogênio H<sup>+</sup>, dá indicação sobre a condição de acidez, neutralidade e alcalinidade.

Considerando que as águas residuárias de esgoto doméstico tratado apresentam consideráveis concentrações de nitrogênio na forma de nitrito ( $\text{N-NO}^{-2}$ ), nitrato ( $\text{N-NO}^{-3}$ ) e amônia ( $\text{N-NH}^3$ ), devido à presença de resíduos de urina, sendo um importante elemento para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgoto (VON SPERLING, 2005).

## CONCLUSÕES

Tanto a água do poço quanto do esgoto tratado da lagoa de estabilização apresentou grau de restrição baixo a moderado, para uso de irrigação, não apresentando, portanto, riscos de alterações estruturais do solo, mostrando, entretanto, que a qualidade do efluente tratado estava dentro dos padrões aceitáveis para a

irrigação de forrageiras, não influenciando de maneira danosa no seu desenvolvimento.

Houve aumento do pH no solo em decorrência das lâminas de esgoto tratado, portanto é recomendável o monitoramento desse atributo químico do solo, a fim de que se possa avaliar os riscos de alteração na disponibilidade dos nutrientes essenciais para as culturas.

As lâminas de esgoto tratado não resultaram em alteração nos demais parâmetros avaliados neste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Ao CTHIDRO/CNPq pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa. A Companhia de Águas e Esgotos do Ceará – CAGECE pelo apoio logístico e estrutural para o desenvolvimento do trabalho.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na área experimental nas camadas 0–0,20 e 0,20–0,40 m, antes da instalação do experimento. Aquiraz, CE, 2008. Médias obtidas de duas amostragens

Camada	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ 1:2,5)	CE $\text{dS m}^{-1}$	Atributos químicos						
			$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{P}^*$	N	MO
			----- $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ -----					----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----	
0 - 20	6,4	0,26	0,04	0,08	1,10	1,20	41	0,33	5,58
20 - 40	5,4	0,24	0,14	0,05	1,00	0,09	42	0,18	3,52

\* P – Fósforo assimilável.

CE – Condutividade Elétrica do Solo.

MO – Matéria Orgânica do Solo.

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos da água do poço e do esgoto doméstico tratado, utilizados para irrigação do capim Tifton 85 de janeiro a agosto de 2008, Aquiraz, Ceará, 2008. Médias obtidas de dezesseis amostragens.

Tipo de água	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ 1:2,5)	CE $\text{dS m}^{-1}$	Atributos químicos					RAS
			$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$		
			----- $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ -----					
Poço	6,13	0,19	0,91	0,10	0,45	0,56	1,42	
Esgoto	7,37	0,52	2,44	0,41	1,11	1,18	2,26	

CE – Condutividade Elétrica do Solo.

RAS – Razão de Adsorção de Sódio.

Tabela 3. Resumo das análises das variâncias dos atributos químicos do solo nas profundidades 0–0,20 e 0,20–0,40 m, Aquiraz, Ceará, 2008. Médias obtidas de vinte amostragens em cada camada.

Fontes de Variação	GL	Profundidade de 0–0,20 m								
		Quadrados Médios								
		$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	N	P	MO	CE	pH
Tratamentos	4	0,05 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	388,9 <sup>ns</sup>	2,88 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,09*
Resíduo	15	0,03	0,03	0,001	0,001	0,01	143,1	1,46	0,003	0,02
CV (%)	-	13,69	11,89	22,49	22,41	24,05	28,28	22,20	18,19	2,15
Profundidade de 0,20–0,40 m										
Tratamentos	4	0,04 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	9967,2 <sup>ns</sup>	2,17 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,38*
Resíduo	15	0,05	0,07	0,001	0,001	0,03	12158,6	7,13	0,002	0,12
CV (%)	-	19,16	19,61	30,57	37,16	61,35	162,28	57,92	21,46	5,22

ns – não significativo.

(\*) significativo a 5%, pelo teste F.

Tabela 4. Valores médios do pH do solo, na camada de 0 – 0,20 m, em função das lâminas de esgoto na camada 0 - 0,20 m, Aquiraz, Ceará, 2008

Tratamentos	pH
T1 (testemunha)	6,50 B
T2 (132 mm ano <sup>-1</sup> )	6,85 A
T3 (265 mm ano <sup>-1</sup> )	6,85 A
T4 (530 mm ano <sup>-1</sup> )	6,68 AB
T5 (1061 mm ano <sup>-1</sup> )	6,78 AB
CV (%)	2,153
DMS	0,317

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-NAKSHABANDI, G. A. et al. Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan. *Agricultural Water Management*, v. 34, n. 1, p. 81 – 94, 1997.
- ANAMI, M. H. et al. Deslocamento miscível de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 75-80, 2008.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1985. 153p.
- AZEVEDO, L. P.; OLIVEIRA, E. L. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. *Engenharia Agrícola*, v. 25, n. 1, p. 253-263, 2005.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação, 8 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 625p.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. The nature and properties of soils, 12 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 881p.
- CORRÊA, J. C. et al. Correção de acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 9, p. 1307-1317, 2007.
- EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999, 412p.
- EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). Manual de métodos de análises de solos. 2. ed., revisada e atualizada., Rio de Janeiro: Atual, 1997, 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).
- FALKINER, R. A.; SMITH, C. J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. *Australian Journal of Soil Research*, v. 35, n. 1, p. 131-147, 1997.
- LEAL, R. M. P. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado em propriedades químicas de um Latossolo cultivado com cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solo e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- QUEIROZ, F. M. et al. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Engenharia na Agricultura*. v. 12, n. 2, p. 77-90, 2004.
- QUIN, B. F.; WOODS, P. H. Surface irrigation of pasture with treated sewage effluent. I. Nutrient status of soil and pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 21, n. 3, p. 419-426, 1978.
- SANTOS, A. P. R. Efeito da irrigação com efluente tratado, rico em sódio, em propriedades químicas e físicas de um Argissolo Vermelho distrófico cultivado com capim Tifton 85. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

14. SPEIR, T. W. et al. Soil and stream-water impacts of sewage effluent irrigation onto steeply sloping land. *Journal of Environmental Quality*, v. 28, p. 1105-1114, 1999.

15. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3 ed., v. 1, Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005, 221p.

16. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

17. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para análise estatísticas, SAEG versão 9.1. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG: UFV, 2001.