

XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

USO DO LODO PROVENIENTE DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BOTUCATU EM DIFERENTES TIPOS DE SOLO, IRRIGADOS COM DOIS TIPOS DE ÁGUA

Jayme Laperuta Neto¹, Raimundo Leite Cruz², Talita Aparecida Pletsch¹, Rigléia Lima Brauer¹

RESUMO: Neste trabalho buscou-se avaliar o uso do lodo do tratamento de água proveniente da Estação de Tratamento de Água da SABESP do município de Botucatu-SP, aplicado em diferentes tipos de solos irrigado com água e com efluente de esgoto doméstico tratado. Os tratamentos foram montados em vasos contendo 70% do seu volume composto por solo e os restantes 30% pelo lodo. Esses tratamentos foram irrigados para manter a capacidade de campo do solo. Avaliaram-se os efeitos dessa adição nos teores de pH, matéria orgânica, Fósforo, Potássio e CTC. O lodo produziu um aumento da acidez do solo, e uma limitação para certas culturas devido aos teores apresentados para P. Verificou-se também a necessidade de adição extra de K. Além disso, observou-se que o tipo de água também influencia no comportamento de alguns desses elementos.

Palavras-chave: resíduo do tratamento de água, água residuária.

ABSTRACT: The research aimed evaluating the use of the sludge of water treatment proceeding from SABESP waterworks in the city of Botucatu-SP-Brazil, applied in different types of soils irrigated with two different types of water. The treatments were prepared in vases containing 70% of soil and 30% of sludge by volume. These treatments had been irrigated in order to be kept field capacity. The effect of this addition in the levels of pH, organic matter, Phosphorus, Potassium and CTC had been evaluated. The sludge produced an increase on the acidity of the soil, and a limitation for certain cultures due the levels presented for Phosphorous. The necessity of extra addition of Potassium was also verified. It was observed that the type of water also influences in the behavior of some of these elements.

Keywords: water treatment residue, wastewater.

INTRODUÇÃO

O lodo de estação de tratamento de água (LETA) é um resíduo formado nos decantadores da estação, resultado dos processos de floculação e coagulação. É uma mistura de poluentes, areia, silte, argila e substâncias húmicas presentes nas águas dos rios (TEIXEIRA *et al.*, 2005).

¹ Doutorandos do Programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, netoneo@hotmail.com, talita@fca.unesp.br, rigleia@fca.unesp.br.

² Prof. Dr Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, cruz@fca.unesp.br.

O processo primário, no tratamento de águas superficiais, consiste na clarificação química através da coagulação, decantação e filtração. A purificação natural resulta na redução de turbidez, bactérias coliformes, cor e eliminação das variações diárias. Por outro lado, o desenvolvimento de algas pode causar aumento na turbidez e produzir gostos e odores de difícil remoção, durante o outono e o inverno.

As duas principais origens de resíduos, no processo de tratamento de água, é o lodo dos decantadores, resultante da coagulação química ou abrandamento, e a água de lavagem de filtros. Essas descargas são altamente variáveis em composição, contendo materiais concentrados, removidos da água bruta, mais os coagulantes utilizados no tratamento (HAMMER, 1979).

Assim como o lodo de esgoto, o lodo gerado em estações de tratamento de água (ETA), também causa grande problema quanto a sua disposição. Segundo Andreoli e Pinto (2001), embora a maioria dos países desenvolvidos já tenha adequado seus sistemas para gerenciar os resíduos produzidos no processo de tratamento, atualmente, um grande número de estações de tratamento de água, ainda, lança esse material diretamente nos cursos de água, principalmente nos países em desenvolvimento.

Portela *et al.* (2003) dizem que a muito tempo, o destino desses resíduos de ETA vinha sendo os cursos d' água próximos das estações, no entanto, a crescente preocupação e a regulamentação têm restringido ou proibido essa disposição.

Entre as alternativas de destinação, mais utilizada nos países desenvolvidos, esta: à disposição em aterros sanitários; a aplicação controlada no solo; e a reciclagem, em que o resíduos são reutilizados para gerar algum bem ou benefício à população (ANDREOLI & PINTO, 2001).

Além disso, vários estudos vêm sendo realizados utilizando lodo de ETA na construção civil, para a fabricação de blocos cerâmicos, na incorporação da matriz do Cimento, etc.

Portanto, segundo Portela *et al.* (2003), para que haja uma alternativa final adequada para o lodo de ETA, é necessário, primeiramente, conhecer as características deste lodo, visando obter um destino final de acordo com cada resultado encontrado.

De acordo com Teixeira *et al.* (2005), a aplicação do lodo de estação de tratamento de água (LETA) em solos degradados é uma alternativa, tanto para a disposição desse resíduo como para recuperação do solo.

Portella *et al.* (2003) dizem que, de acordo com a American Water Works Association (1995), o lodo de ETA possui característica mais similar ao solo do que comparado com o lodo de esgoto.

Nesse caso, de modo geral, o nitrogênio e o Carbono orgânico no lodo de ETA são mais estáveis, menos reativos e em maiores concentrações.

Segundo Teixeira *et al.* (2005), em algumas partes do mundo o lodo de ETA é aplicado na agricultura, como é o caso de Atlanta e New Jersey nos USA e de Portugal na União Européia. No Brasil, ainda é escasso e necessita de mais pesquisas para definir os riscos e vantagens da incorporação do LETA ao solo.

Nesse sentido o objetivo do experimento foi de avaliar os possíveis efeitos do uso do lodo do tratamento de água proveniente de uma Estação de Tratamento de Água(ETA) , aplicado em solo irrigado com água e com efluente de esgoto doméstico tratado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estufa da Estação de Tratamento de Esgoto na Fazenda Experimental Lageado, Campus da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP no município de Botucatu.

O experimento foi constituído de tratamentos, dispostos ao acaso, em esquema fatorial 2x2x3x1, sendo 2 tipos de solo, 2 qualidades de água, 3 épocas de amostragem, 1 tipo de lodo, com 3 repetições, perfazendo um total de 36 amostras.

Antes da aplicação do tratamento, o solo e o lodo foram secados ao ar e posteriormente peneirados com peneira de malha de 2 mm. Após a secagem e o peneiramento dos materiais, os tratamentos foram preparados em recipientes com capacidade de 9,5 litros, contendo uma mistura de 70 % do volume de solo e os 30 % restantes de lodo.

Os tratamentos foram dispostos em parcelas da estufa ao acaso entre si. A irrigação foi realizada com o auxílio de um becker para o controle da lâmina de água aplicada aos tratamentos.

Foram ao todo 3 épocas de coleta de amostras:

- a primeira, logo após o preparo dos tratamentos, antes de qualquer contato com água;
- a segunda, após 1 mês do início;
- a terceira, no final, após 2 meses do início do experimento.
- As amostras foram coletadas a partir dos tratamentos e encaminhadas ao laboratório para que fossem analisadas quanto a suas propriedades químicas (Fósforo, Potássio, Matéria Orgânica, pH e CTC).

A partir das análises foi observada a eficiência desse lodo, nessa concentração, como condicionador de solos.

Foram utilizados dois tipos de solo, um Latossolo Vermelho Distroférico (solo argiloso) e uma Neosolo Quartzarênico (solo arenoso), encontrados dentro dos limites da Fazenda Experimental Lageado.

Os solos foram analisados quanto as suas características químicas, antes da mistura com os lodos, resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Propriedades químicas dos solos

Solo	pH	M.O.	P_{resina}	CTC	K
	CaCl₂	g dm⁻³	mg dm⁻³	----- mol dm⁻³-----	
Latossolo Vermelho Distroférico (S2)	6,3	13	22	92	2,0
Neosolo Quartzarênico (S1)	4,5	3	6	40	1,0

O lodo utilizado foi fornecido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, SABESP – Botucatu. A Estação de Tratamento de Água de Botucatu existente é do tipo convencional, com capacidade nominal para 330 l s⁻¹, com a particularidade de ter sido uma das precursoras no Brasil na utilização de decantadores de escoamento vertical. A água passa por varias unidades, que são: caixa de chegada (medição e mistura da água bruta), floculador, decantador, caixa de reunião e mistura de água decantada, filtros, canal de água filtrada e sistema de aplicação de produtos químicos.

O lodo utilizado neste experimento é proveniente da unidade do decantador. Os decantadores utilizados são do tipo tubular e o lodo é oriundo do processo de limpeza desses decantadores.

Foram utilizadas duas qualidades de água na execução do experimento, uma proveniente do sistema de abastecimento urbano, isto é, tratada pela SABESP e outro tipo residuária, proveniente da estação de tratamento de esgoto da Fazenda Lageado, sendo esta uma água imprópria para o consumo humano, pois apresenta matéria orgânica e vestígios de coliformes fecais (AUGUSTO et

al., 2003). A água foi fornecida aos tratamentos de modo que todos permanecessem em sua capacidade de campo.

As amostras foram coletadas em cada época de amostragem e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo – FCA, onde foram analisadas quimicamente, de acordo com a metodologia utilizada na rotina do mesmo.

Os resultados foram analisados estatisticamente, aplicando-se o teste F de acordo com seus respectivos esquemas de variância. Quando constatada interação significativa, as médias foram testadas através do teste de Tukey a $P \leq 0,05$. Foi aplicado o estudo de regressão polinomial de primeira e segunda ordem no estudo da passagem de épocas.

Aplicou-se aos modelos o teste F ao nível de 5% de probabilidade para verificar correlação. Quando significativa, o modelo foi representado pelas equações $y = a + bx$ ou $y = a + bx + cx^2$, quando não, foi representado pela média dos teores, ou seja, $y = \text{média}$.

A qualidade do ajuste foi determinada através do valor do coeficiente de determinação ou R^2 , isto é, o quanto da variação dos teores dos elementos foi devido à variação da passagem das épocas.

As análises de variância, teste de médias e análise de regressões de primeira e segunda ordem foram realizados por meio do programa estatístico SAS for Windows V.8 (SAS Institute Inc., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises de variância foi extraído o grau de significância desde os efeitos principais até as interações entre esses efeitos.

As análises de médias e análises de regressão foram elaboradas levando sempre em conta as interações de mais alto grau que se mostraram significativas. Assim sendo, para pH a interação de mais alto grau foi época x solo x água (3° grau), indicando que os três fatores juntos influenciaram nos teores deste elemento.

Já para teores de capacidade de troca de cátions (CTC), a interação de mais alto grau foi a de 2° grau. Quando foi verificada mais de uma interação significativa de mesmo grau, foi optado por analisar as que incluíam o efeito do lodo em conjunto com os demais.

As médias obtidas para os valores de pH, de acordo com respectivo tratamento e respectiva época, estão apresentadas no Tabela 2.

Tabela 2 - Médias dos valores de pH

Tratamento					
	Época	S1A1	S1A2	S2A1	S2A2
	1	5,40 a	5,40 a	4,50 a	4,50 a
	2	5,50 a	5,20 a	4,93 a	4,80 a
	3	5,50 a	5,40 a	4,93 a	4,86 a

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey(5%); letras minúsculas comparam médias de tipo de lodo.

De acordo com os resultados obtidos no teste de Tukey apresentados na tabela 2 pode-se verificar que as médias são semelhantes para todos os tratamentos. Comparando-se as médias obtidas com os níveis indicados para pH e de acordo com Raij et al. (1996), verificou-se que para tratamentos contendo Neosolo Quartzarênico os resultados ficaram na faixa de níveis médios de pH (5,10 – 5,50) e para tratamentos contendo Latossolo Vermelho Distroférico, ficaram na faixa de níveis baixos (4,40 – 5,00), indicando uma diferença de comportamento de acordo com o tipo de solo não verificada pelo teste estatístico, podendo ser necessário, em alguns caso, o uso de um neutralizante para essa acidez juntamente com esse tipo de lodo.

A análise de regressão foi aplicada para se verificar mudanças no comportamento das amostras com a passagem das épocas. Os resultados dessas análises estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Efeito das épocas no pH.

Tratamentos	Modelo	R ²
S1A1	Y=5,46	-----
S1A2	Y=6,00-0,80X+0,020X ²	0,80*
S2A1	Y=3,63+1,08X-0,22X ²	0,97*
S2A2	Y=3,97+0,65X-0,12X ²	0,77*

* Teste F significativo (5% de probabilidade) S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária.

A figura 1 representa graficamente o comportamento dos tratamentos em relação às épocas. Pode-se observar que o tratamento com Neosolo Quartzarênico e água residuária (S1A2) possuem comportamento diferenciado com relação ao tratamento com mesmo solo, irrigado com água da SABESP (S1A1), o que pode significar uma influência do tipo de água comportamento indicado pela curva.

Verifica-se um crescimento nos valores de pH para tratamentos com Latossolo Vermelho Distroférico com a passagem das épocas, foi possivelmente ocasionado pela decomposição da matéria orgânica encontrada no biossólido. O deslocamento observado de uma curva para outra (Latosolo + água para Latossolo + efluente) pode ter ocorrido por influencia do tipo de água utilizada nos tratamentos.

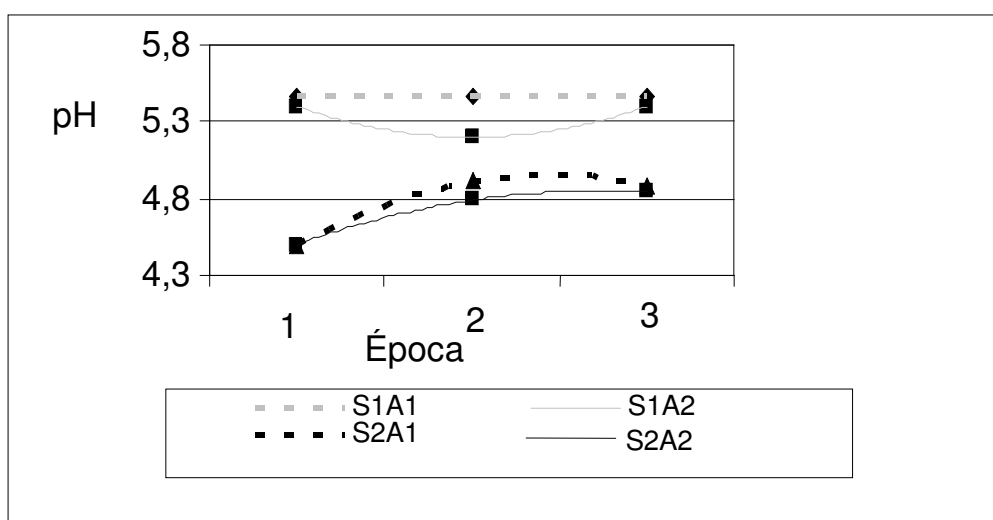


Figura 1 - Efeito das épocas para os tratamentos.

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária.

As médias obtidas para a matéria orgânica., de acordo com respectivo tratamento e respectiva época, estão apresentadas no Tabela 4.

Tabela 4 - Médias dos valores de matéria orgânica (g dm^{-3})

Épocas	Tratamentos			
	S1A1	S1A2	S2A1	S2A2

1	20,00 a	20,00 a	23,00 a	23,00 a
2	16,66 ab	14,66 ab	24,66 a	22,66 a
3	13,33 ab	8,66 b	18,33 a	18,00 a

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey(5%); letras minúsculas comparam médias de tipo de lodo.

O teste de Tukey aplicado as médias, demonstram que os teores de matéria orgânica são menores para os tratamentos contendo Neosolo Quartzarênico e irrigados com água residuária a partir da segunda época. Diferença essa que se manteve na terceira época. As diferenças ocorridas na matéria orgânica, estão ligadas à decomposição da mesma, que influenciam também no pH (OLIVEIRA, 2000) e em teores de outros elementos encontrados nas composições dos resíduos adicionados aos solos.

As diferenças ocorridas com a passagem das épocas são explicadas pelas equações obtidas na análise de regressão, que estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Efeito das épocas nos teores de matéria orgânica

Tratamentos	Modelo	R²
S1A1	$Y=23,33-3,33X$	0,69*
S1A2	$Y=24,67-4,33X-0,33X^2$	0,95*
S2A1	$Y=13,33+13,66X-4,00X^2$	0,75*
S2A2	$Y=19,00+6,16X-2,17X^2$	0,65*

* Teste F significativo (5% de probabilidade).

A Figura 2 demonstra graficamente a variação da matéria orgânica, indicando a decomposição com a passagem da épocas e também, que as médias do solo S2 são maiores que as do solo S1. Pode-se dizer que a matéria orgânica tem uma maior taxa de decomposição no Neosolo Quartzarênico.

O gráfico indica também que a qualidade da água influencia no processo de acordo com o deslocamento das curvas. Os tratamentos para um mesmo tipo de solo, irrigados com água residuária apresentam maior taxa de decomposição de matéria orgânica que os tratamentos irrigados com água da SABESP.

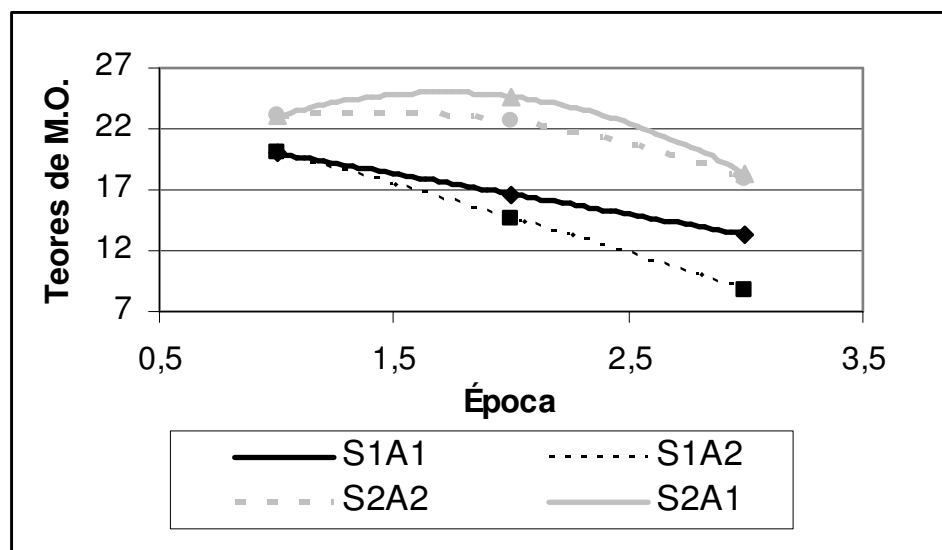


Figura 2 -Efeito das épocas nos teores de matéria orgânica.

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária.

Para os teores de fósforo os tipos de água não se mostraram significativos para os resultados, apresentando então interações de 3º grau, de acordo com a análise estatística, resultando em uma tabela simplificada (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias dos teores de fósforo (mmolc dm^{-3})

Épocas	Tratamentos	
	S1	S2
1	21,00 a	15,00 a
2	18,16 a	16,00 a
3	7,83 a	8,16 a

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey(5%); letras minúsculas comparam médias de tipo de lodo.

De acordo com a Tabela 6, os teores médios de fósforo são estatisticamente iguais para os dois tipos de solo estudados. Para a terceira época os teores de P, se encontram em quantidade baixa para culturas anuais e hortaliças, nas demais épocas os teores se encontram nos níveis médio e alto (Raij et al., 1996).

A variação dos teores de fósforo com a passagem das épocas, podem ser analisadas observando seu comportamento que é explicado pelas curvas obtidas na análise de regressão expostas na Tabela 7.

Tabela 7 - Equações obtidas para os teores de fósforo

Tratamentos	Modelo	R ²
S1	$Y=16,33+8,41X-3,75X^2$	0,92*
S2	$Y=5,16+14,25X-4,41X^2$	0,37*

* Teste F significativo (5% de probabilidade)

Segundo Melo e Marques, (2000), os teores de fósforo diminuem pela imobilização no solo, na forma de fosfatos.

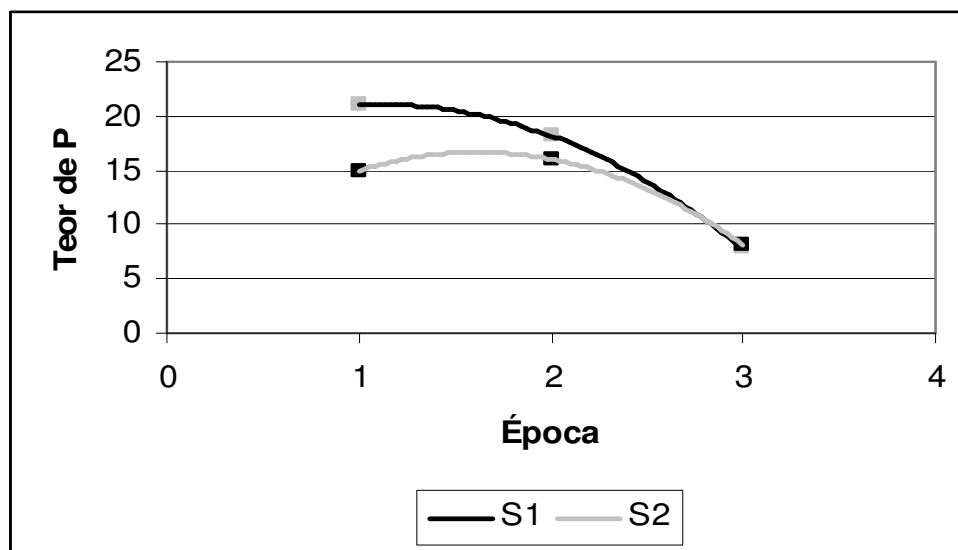


Figura 3 - Efeito das épocas no teor de fósforo.
S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico

A Figura 3 mostra o comportamento do teor de fósforo, com a passagem das épocas, nos dois tipos de solos estudado. Nota-se que apesar de a Neosolo Quartzarênico apresentar uma quantidade maior de fósforo, na terceira época verifica-se que os teores em ambos os solos são praticamente

iguais. Portanto, no solo Neosolo Quartzarênico, o fósforo apresenta uma maior imobilização na forma de fosfatos.

A análise de variância apontou para os teores de potássio (K) interações de 3º grau. As médias obtidas estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Médias dos teores de potássio (mmolc dm^{-3})

Épocas	Tratamentos			
	S1A1	S1A2	S2A1	S2A2
1	0,80 a	0,80 a	1,60 a	1,60 a
2	1,13 a	1,10 a	1,36 a	1,43 a
3	0,90 a	1,06 a	1,30 a	1,20 a

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey(5%); letras minúsculas comparam médias de tipo de lodo.

O teste de Tukey não indica variação dos teores de K para nenhum dos tratamentos. De acordo com o limite apresentado por Raij et al. (1996) os teores médios encontrados para os tratamentos com o lodo de ETA-Botucatu são classificados como baixos ($0,8-1,5 \text{ mmolc dm}^{-3}$), necessitando, se for o caso, a adição de K extra, sugestão também fornecida por Oliveira (2000).

Executando-se análises de regressão, verificou-se a ocorrência de variação no potássio com a passagem das épocas, e que as mesmas variações são regidas significativamente pelas equações apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Equações obtidas para teores de potássio

Tratamentos	Modelo	R ²
S1A1	$Y=-0,10+1,18X-0,28X^2$	0,86*
S1A2	$Y=0,17+0,80X-0,16X^2$	0,77*
S2A1	$Y=2,00-0,48X+0,08X^2$	0,84*
S2A2	$Y=1,70-0,06X-0,03X^2$	0,90*

* Teste F significativo (5% de probabilidade).

A Figura 4 demonstra graficamente o comportamento dos teores de K para os tratamentos.

De acordo com a Figura 4 verificou-se que os teores de potássio são maiores para o Latossolo Vermelho Distroférico que para Neosolo Quartzarênico. Os tratamentos com Neosolo Quartzarênico, a quantidade de K aumenta da primeira para a segunda época e depois diminui da segunda para terceira época.

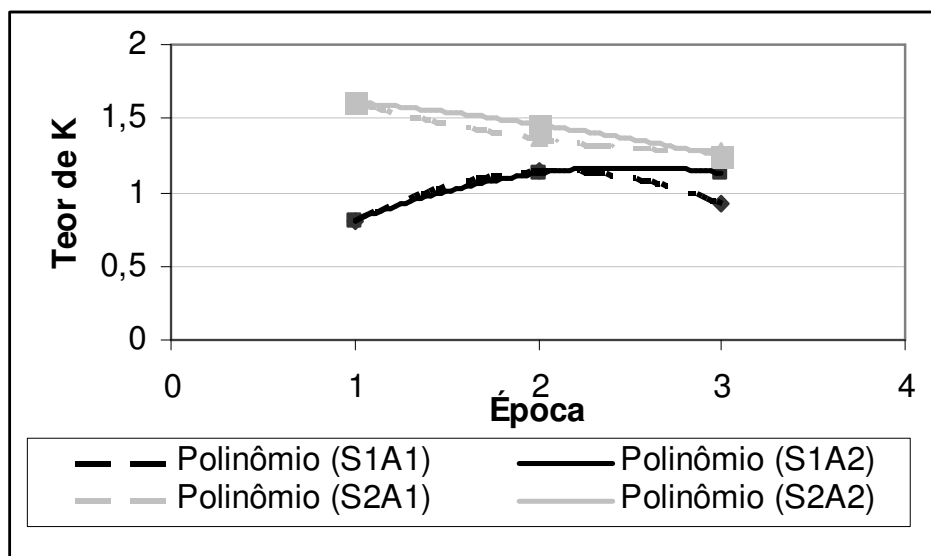


Figura 4 - Efeito das épocas no teor de potássio
S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária.

Para a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), a interação significativa foi a interação dupla entre solo x lodo x época, vista na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores de capacidade de troca de cátions (CTC) (mmolc dm^{-3})

Épocas	Tratamentos	
	S1	S2
1	45,00 a	74,00 b
2	45,33 a	61,00 a

S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey(5%); letras minúsculas comparam médias de tipo de lodo.

De acordo com o teste de Tukey, o CTC é maior para os tratamentos com Latossolo Vermelho Distroférico na primeira época. Para as demais épocas, se apresentaram significativamente iguais. A Tabela 11 apresenta o resultado da análise da regressão que indica a variação da CTC em uma mesma época.

Tabela 11 - Equações obtidas para os teores de capacidade de troca de cátions (CTC)

Tratamentos	Modelo	R ²
S1	Y=44,38	----
S2	Y=101,33-34,50X+7,16X ²	0,44*

* Teste F significativo (5% de probabilidade).

A Figura 5 representa essas alterações graficamente. Analisando a figura pode-se observar que os teores de CTC no Latossolo Vermelho Distroférico são maiores e apresentam variações com a passagem das épocas. Para a Neosolo Quartzarênico verificou-se que estatisticamente seus teores não se alteraram.

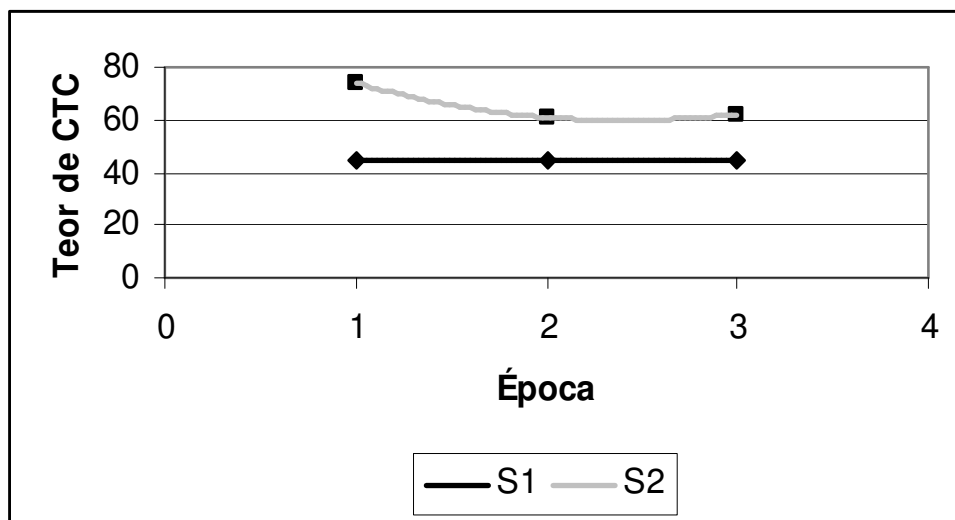


Figura 5 - Comportamento da capacidade de troca de cátions (CTC) em relação as épocas. S1 – Neosolo Quartzarênico; S2 – Latossolo Vermelho Distroférico . A1- Água SABESP; A2 – Água Residuária.

CONCLUSÕES

- Após a adição do lodo da ETA-Botucatu, o comportamento dos teores estudados se mantiveram semelhantes para os dois tipos de solo.
- A adição do lodo no Latossolo Vermelho Distroférico abaixou o pH, podendo ser necessário a adição de um neutralizante em conjunto com o lodo em determinadas culturas.
- O tipo de água influencia no comportamento dos teores de pH, M.O. e Potássio, o que é ilustrado pelo deslocamento apresentado pelas curvas nas figuras.
- A adição do lodo de ETA-Botucatu não é indicada para o cultivo de culturas anuais e hortaliças devido ao nível de P apresentado, necessitando, portanto, a adição desse elemento por outro meio.
- Os níveis de K também se apresentaram abaixo da média, tornando-o um limitador para o crescimento das culturas sem a adição extra de K.

BIBLIOGRAFIA

ANDREOLI, C.V.;PINTO M.A.T.(2001). *Introdução. Ln: Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final*, Rio de Janeiro, PROSAB

AUGUSTO, D. C. et al.(2003). “*Utilização de esgoto doméstico tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de Cróton floribundus Spreng. (CAPIXINGUI) e Copifera langsdorffii Desf. (COPAÍBA)*” Revista *Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 3, pp. 335-342

HAMMER, M. J.(1979). *Sistemas de abastecimento de água e esgotos*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A.

MELO, W. J. de; MARQUES, M. O.(2000) “*Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas*” in *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, p. 109-141.

OLIVEIRA, F. C.(2000) “*Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num latossolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar.*” Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 247 pp.

PORTELLA, K. F. ; ANDREOLI, C V ; HOPPEN, C ; SALES, A ; BARON, O. (2003). “*Caracterização físico-química do lodo centrifugado da estação de tratamento de água Passaúna - Curitiba/PR.*” in Encontro Latino Americano de Resíduos Sólidos; Congresso Regional de Engenharia Sanitária e Ambiental da 4ª Região da Aedis/Cone Sul, São Paulo, 2, pp. 1-10

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(1996) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.* Boletim Técnico, Campinas, 100, pp.8-13

TEIXEIRA, S. T. ; MELO, W. J. ; SILVA, e T .(2005) “*Heavy metals in a degraded soil treated with sludge from water treatment plant.*” Scientia Agricola, Piracicaba, SP, 62, 5, p. 498-501