



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO DA ETE DE POÇOS DE CALDAS NA ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO

Thiago Peçanha Sossai<sup>1</sup>; Carlos Antonio Centurión Maciel<sup>2</sup>; Luiz Henrique Peçanha Sossai<sup>3</sup>;  
José Gilberto Hussar<sup>2</sup>

### RESUMO

---

Este trabalho estudou o uso do lodo de esgoto de Poços de Caldas – MG, em atividades agrícolas. Foi realizado um ensaio de incubação de 30 dias de duração, com 8 tratamentos utilizando 1 kg de solo misturado com 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 g.kg<sup>-1</sup> do resíduo, correspondente a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 t.ha<sup>-1</sup>, depois de umedecidos com água na capacidade de campo, e posteriormente analisados. Os valores de análise em destaque pela variação foram referentes ao pH, K, P, S, Ca, Mg, B, H+Al e %V. Também foi realizado em estufa um experimento em vasos, com o mesmo solo, utilizando-se o feijão como planta teste. O delineamento experimental constou de 8 tratamentos e 3 repetições utilizando 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 g.vaso<sup>-1</sup> de lodo, correspondendo a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 t.ha<sup>-1</sup>. Aos 86 dias da semeadura foram determinados a massa verde da parte aérea, pesos da raiz, peso total do feijão, quantidade de vagens e de grãos de feijão por tratamento. Foi constatado que o uso do lodo de esgoto na agricultura, mais precisamente no feijoeiro, pode substituir uma adubação convencional, se utilizado dentro das normas exigidas pelos órgãos regulamentadores.

**Palavras-chave:** Lodo de esgoto; feijões; eficiência; produtividade; toxicidade.

### SEWAGE SLUDGE FROM POÇOS DE CALDAS TREATMENT PLANT USED IN BEAN FERTILIZATION ABSTRACT

This work studied the use of sewage sludge in the city of Poços de Caldas – MG, in agricultural activities. An incubation test of 30 days duration was performed with 8 treatments using 1 kg of soil mixed with to 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 g.kg<sup>-1</sup> corresponding to 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 t.ha<sup>-1</sup> of residue, mixed with moist soil and water in its full capacity for further analysis. The values found in the study referred to pH, K, P, S, Ca, Mg, B, H+Al e %V. Another study was made in a greenhouse using vases and the same type of soil, using beans as a test plant. It was performed with 8 treatments and 3 repetitions using 0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 and 280 g.vase<sup>-1</sup> of sludge, corresponding to 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 t.ha<sup>-1</sup>. After 86 days the green mass of aery part, root's weight, the total weight and the amount of beans and grains per treatment were determined. It was verified that the use of sewage sludge in agriculture, precisely in beans plantation, can substitute a conventional fertilization, if it is used within the rules demanded by regulatory organs.

**Keywords:** Sewage sludge; beans; efficiency; production; toxicity.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental pelo Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal, SP – UNIPINHAL.  
E-mail: thiago\_pinhal@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professores titulares (UNIPINHAL). E-mails: centurion@unipinhal.edu.br; gjhussar@unipinhal.edu.br

<sup>3</sup> Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho (UNIPINHAL). E-mail: luiz\_pinhal@yahoo.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as estações de tratamento de esgoto (ETE) foram criadas para amenizar um problema crítico no país, devido ao seu crescimento desordenado e com pouca infraestrutura de saneamento básico. Os esgotos domésticos e industriais eram dispostos em nossos recursos hídricos gerando um alto grau de poluição, afetando assim o meio ambiente e a saúde da população como um todo. A partir deste processo de tratamento é gerado o lodo de esgoto, um resíduo poluente, mas com uma alta concentração de matéria orgânica e vários nutrientes.

Uma boa forma de destinação deste lodo seria a sua utilização no solo como fonte de nutrientes ou condicionador, refletindo assim toda a sua potencialidade para desenvolvimento das plantas. Segundo EMBRAPA (2000), o lodo de esgoto contém todos os nutrientes essenciais e benéficos para o desenvolvimento dos vegetais, chamando a atenção do seu potencial para o uso na agricultura, seja no aspecto físico, químico e biológico do solo, e como substituto em partes dos fertilizantes utilizados atualmente. Dependendo da metodologia de preparo, o lodo de esgoto pode substituir, pelo menos em parte, a calagem.

A sua aplicação no solo está regulamentada a partir da resolução 375

publicada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e produtos derivados (CONAMA, 2006).

O lodo de esgoto possui as mesmas características de outras fontes de matéria orgânica, pois tem a capacidade de melhorar a retenção de água de solos arenosos e a retenção e permeabilidade de solos argilosos, além de manter uma boa estrutura e estabilidades dos agregados na superfície (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

A utilização de lodo de esgoto como biofertilizante e condicionador de solos permite ao produtor vários ganhos, entre eles o aumento da produtividade das culturas e redução do uso de fertilizantes minerais, com também ganhos para os geradores de lodo, pelos métodos mais adequados e econômicos de disposição final desse resíduo (GUEDES et al., 2006).

Ainda que haja alguns riscos à sua utilização, existem vários benefícios da aplicação do lodo de esgoto no solo como a redução de custos e a conservação do meio ambiente e das características físicas e químicas do solo. Por aproveitarem melhor a composição química do lodo e desprezarem riscos de contaminação com patógenos, existem culturas mais indicadas para receberem uma fertilização de lodo de esgoto. É o caso do milho e das gramíneas,

além de atividades como reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e fruticultura (QUINTANA; CARMO; MELO, 2011).

Segundo Malta (2001), o lodo de esgoto altera as propriedades físicas e químicas do solo, ao melhorar sua densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, e assim o seu nível de fertilidade, eleva o pH, diminui o teor de alumínio trocável, aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; e ainda, por conter índices elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, promove um crescimento de organismos do solo, de fundamental importância para a ciclagem dos elementos.

A origem da contaminação microbiológica do lodo está ligada ao material fecal existente no esgoto, onde são encontrados vírus, fungos, bactérias, e parasitas (protozoários e helmintos) conhecidos como microorganismos patogênicos (EMBRAPA, 2000).

A quantidade de patógenos presentes no lodo de esgoto depende fundamentalmente das condições socioeconômicas da população, saneamento básico, tipos de tratamento, e da presença ou não de indústrias agro-alimentares. Em países desenvolvidos a presença de patógenos em lodos é

significativamente mais baixa que países em desenvolvimento (ABES/SP, 2002)

Segundo Malavolta (1994), o metal pesado se aplica a elementos com peso específico maior que  $5 \text{ g.cm}^{-3}$  ou que tenham número atômico maior que 20, englobando assim metais, semi-metais e não metais como o selênio. Impróprio ou não o termo “metal pesado” é mais utilizado para indicar metais classificados como poluentes de solo, ar e água. Os mais comuns desses metais são: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanádio (V), Alumínio (Al), Prata (Ag), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb).

Accioly e Siqueira (2000) explicam que as plantas mostram variações comportamentais quanto à absorção e translocação de metais das raízes para a parte aérea, apresentando diferentes concentrações em partes distintas, o que pode ser chamado de compartimentação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de lodo de esgoto no solo, e a liberação de nutrientes essenciais para o crescimento de vegetais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Utilizou-se revisões bibliográficas referentes ao tema, consoante o entendimento de diversos autores. Os

experimentos foram conduzidos na casa de vegetação da área de Solos do Curso de Engenharia Ambiental – Unipinhal, no município de Espírito Santo do Pinhal – SP e realizado entre os meses de agosto a dezembro de 2013.

O delineamento experimental totalmente casualizado constou de 8 (oito) tratamentos e 3 (três) repetições cada, utilizando-se oito quilos de solo peneirado por vaso com capacidade de 10 litros (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Início da Germinação.

**Figura 2.** Feijoeiro em desenvolvimento.

### 2.1 Solo

O solo utilizado, proveniente do município de Espírito Santo do Pinhal – SP, foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico, passado em peneira de 4 mm.

A análise química do solo utilizado, conforme metodologia descrita por Raij et al. (2001) detectou: Matéria Orgânica MO de  $6 \text{ g.dm}^{-3}$ ; pH de 4,6;  $\text{P} = 4 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,9 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 10 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 5 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 2 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 15,9 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{H+Al} = 19 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 34,9 \text{ mmol.c.dm}^{-3}$ ; e Saturação por Bases (V) = 46%.

Quanto aos micronutrientes, as análises revelaram:  $\text{B} = 0,08 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{Cu} = 0,1 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{Fe} = 4 \text{ mg.dm}^{-3}$ ;  $\text{Mn} = 0,6 \text{ mg.dm}^{-3}$ ; e  $\text{Zn} = 0,5 \text{ mg.dm}^{-3}$ .

A determinação granulométrica apresentou os seguintes valores: argila =  $512 \text{ g.kg}^{-1}$ ; silte =  $199 \text{ g.kg}^{-1}$  e areia =  $289 \text{ g.kg}^{-1}$ ; classificada como textura argilosa.

### 2.2 Lodo de esgoto

O lodo foi proveniente da ETE de Poços de Caldas – MG (Figura 3), e a sua utilização seguiu as recomendações exigidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).



**Figura 3.** Lodo de esgoto.

A análise foi efetuada conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), cujas características químicas estão na Tabela 1.

**Tabela 1.** Componentes químicos do lodo.

N	S	P	Ca	Mg	K
( $\text{g kg}^{-1}$ )					
25	5,7	2,5	36	2,9	5,1
B	Cu	Fe	Zn	Mn	
( $\text{mg kg}^{-1}$ )					
4	87	2440	380	380	

Foram determinados também o pH do resíduo igual a 6,5 e a Matéria Orgânica (MO) igual a 98 g.dm<sup>-3</sup>. O resíduo foi submetido em peneira ABNT 10, abertura de 2 mm, seco em temperatura ambiente por uma semana e pesado conforme os tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Quantidade de resíduo por tratamento no lodo.

Tratamentos	Lodo de Esgoto g.vaso <sup>-1</sup>	Lodo de Esgoto t.ha <sup>-1</sup>
1	0	0
2	40	10
3	80	20
4	120	30
5	160	40
6	200	50
7	240	60
8	280	70

O tratamento 1 foi utilizado como controle (testemunha) com 0 t.ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto, uma adubação com: 10,0 g de Sulfato de Amônio; 4,0 g de Superfosfato Simples; 2,5 g de Cloreto de Potássio; 0,5 g de Sulfato de Zinco; 0,5 g de ácido bórico; 4,0 g de Calcário dolomítico e 4,0 g de Sulfato de Magnésio.

A partir do 2º tratamento foram colocadas doses crescentes de lodo de esgoto para melhor avaliação das diferentes proporções de resíduo utilizadas. Com este procedimento pode-se verificar e analisar em qual concentração de lodo há melhor resposta em solo e planta.

### 2.3 Feijão

O feijão utilizado no experimento foi do tipo carioca (*Phaseolus vulgaris*). Em

cada vaso foram semeadas cinco sementes, após a germinação foi realizado o desbaste deixando duas mudas por vaso. Durante o experimento manteve-se a terra com umidade suficiente para a planta se desenvolver, sem água em excesso para evitar a lixiviação do resíduo.

### 2.4 Incubação

Todo e qualquer tipo de resíduo utilizado no solo modifica as suas características químicas e, para isso, foi realizado um experimento por incubação com os 8 tratamentos. Pesou-se, em embalagem plástica, 1 kg de terra passada em peneira ABNT 10, abertura de 2 mm e misturada aos resíduos nas dosagens crescentes (Figura 4). Os tratamentos e suas respectivas quantidades de resíduo constam na Tabela 3. Foram acrescentados em cada saquinho, aproximadamente 430 g de água deionizada, o suficiente para promover o umedecimento adequado do solo, na capacidade de campo. Os tratamentos foram incubados por sessenta dias, tendo o cuidado de revirar os saquinhos duas vezes por semana. Em seguida, o solo em incubação foi retirado das embalagens, colocados em pratos plásticos, secado em temperatura ambiente, peneirado em peneira ABNT 10, abertura de 2 mm e analisado segundo a metodologia de Rajj et al. (2001).



**Figura 4.** Experimento com incubação.

**Tabela 3.** Quantidade de resíduo por tratamento na incubação do solo.

Tratamento	g.saquinho <sup>-1</sup>	t.ha <sup>-1</sup>
1	0	0
2	5	10
3	10	20
4	15	30
5	20	40
6	25	50
7	30	60
8	35	70

### 3.1 Ensaio de Incubação

Conforme o ensaio de incubação realizado, foram verificadas algumas modificações expressivas que o lodo de esgoto atribuiu às características químicas do solo em questão (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 4.** Análise de micronutrientes dos tratamentos de incubação.

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg dm <sup>-3</sup> )				
1	0,08	0,1	2	0,7	0,3
2	0,08	0,1	20	3,4	0,7
3	0,12	0,1	24	4,1	0,9
4	0,16	0,1	29	4,3	1,4
5	0,2	0,1	35	5,3	2
6	0,2	0,1	30	4,9	2
7	0,24	0,4	39	7,9	2,4
8	0,28	0,3	37	7,2	2,6

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

**Tabela 5.** Análise de macronutrientes dos tratamentos de incubação.

Trat.	MO g.dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	P mg.dm <sup>-3</sup>	S	K	Ca	Mg	Al	SB	H+Al	CTC	V (%)
					----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							
1	5	4,4	2	3	0,3	4	2	2	6,3	28	34,3	18
2	9	5,4	3	5	0,3	9	3	1	12,3	19	31,3	39
3	10	5,6	4	5	0,4	13	3	1	16,4	17	33,4	49
4	13	6,0	5	6	0,5	20	4	1	24,5	16	40,5	60
5	18	6,3	9	8	0,6	33	5	1	38,6	15	53,6	72
6	20	6,4	10	9	0,7	36	5	1	41,7	15	56,7	74
7	21	6,6	14	9	0,8	46	5	1	51,8	13	64,8	80
8	25	6,9	20	10	0,7	55	6	1	61,7	12	73,7	84

### 3.2 Matéria Orgânica, pH, P e S

A matéria orgânica (MO) do solo aumentou devido à grande presença da mesma no resíduo, que conseqüentemente transferiu suas características para o solo

(Figura 5). O pH aumentou devido ao resíduo apresentar um pH de 6,5; saindo de um solo ácido no tratamento 1 e passando a um solo com ótimas condições de pH no tratamento 8 (Figura 6).

O fósforo (P) apresentou aumento (Figura 5) pois, com a elevação do pH, cresce sua quantidade disponível (MALAVOLTA, 1976). O enxofre (S) também apresentou aumento de concentração devido à existência do mesmo no resíduo (Figura 6).

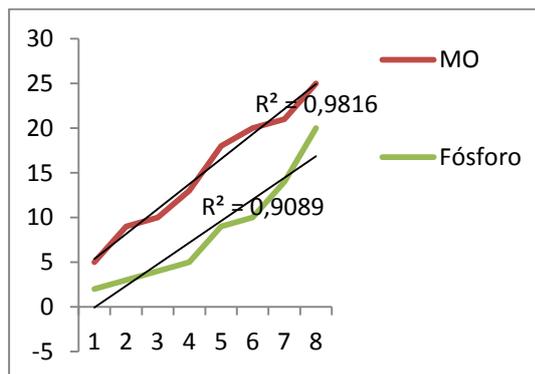


Figura 5. Gráfico de MO e Fósforo.

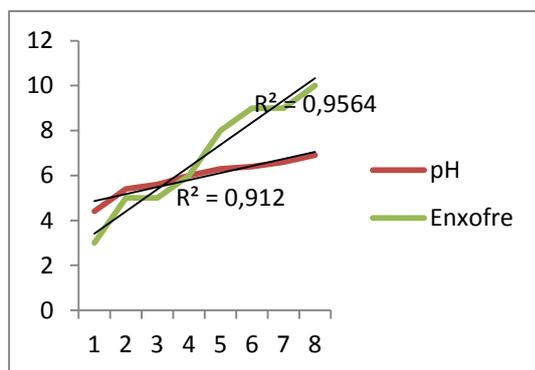


Figura 6. Gráfico de pH e Enxofre.

### 3.3 Ca, Somatória das Bases, CTC e V%

Foi possível constatar que o cálcio (Ca) apresentou valores muito maiores do que os encontrados na testemunha, devido a sua existência prévia no resíduo. A somatória de bases (SB), que é a soma de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) apresentou um aumento (Figura 7).

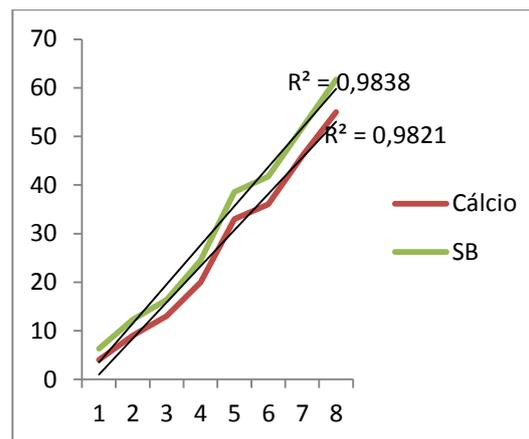


Figura 7. Gráfico de Cálcio e SB.

O mesmo ocorreu com o CTC (capacidade de troca de cátions), que é a soma dos valores de SB e H+Al. O %V, obtido através do cálculo ( $[100 \times SB]/CTC$ ), apresentou um grande aumento, sendo uma referência de que o solo se tornou mais fértil com a presença do lodo de esgoto (Figura 8).

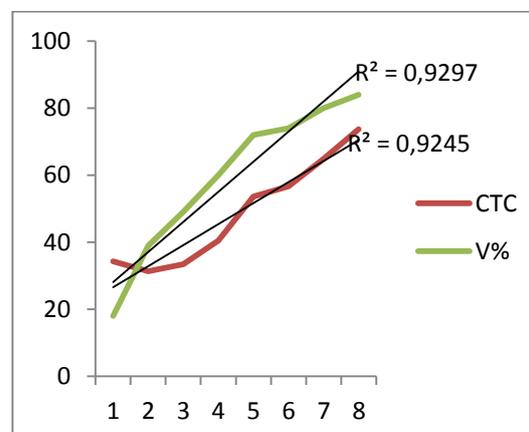


Figura 8. Gráfico de CTC e %V.

### 3.4 K, Zn, Mg, Mn

O potássio (K) teve seus valores elevados, pois, segundo Malavolta (1976) o aumento no pH de solos ácidos gera um aumento no teor de K na solução do solo. O Zinco (Z) teve grande aumento em

relação à testemunha por conter quantidades significativas do mesmo no resíduo (Figura 9). O Magnésio (Mg) e o Manganês (Mn) também tiveram aumento nos tratamentos (Figura 10).

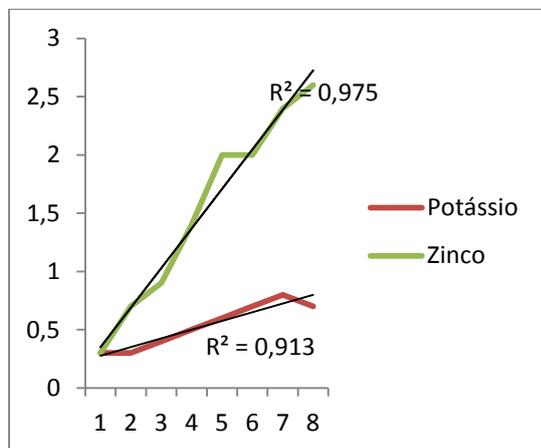


Figura 9. Gráfico de Potássio e Zinco.

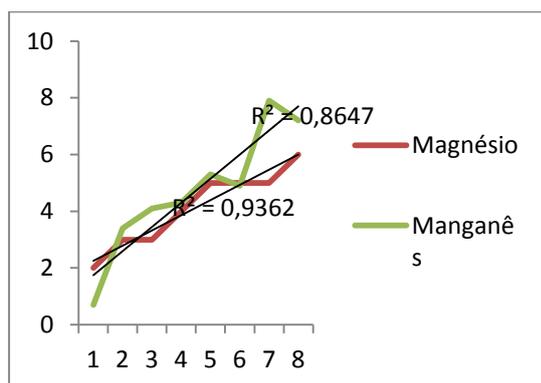


Figura 10. Gráfico de Magnésio e Manganês.

### 3.5 H+Al, Fe, B, Cu e Al

Como consequência de neutralização dos componentes da acidez, H e Al, pela ação corretiva do resíduo, o valor da acidez total diminuiu, favorecendo o desenvolvimento radicular, a atividade microbiana para mineralização da matéria orgânica e outros benefícios na saúde do solo (Figura 11). O Ferro (Fe) teve aumento nos tratamentos devido a este

componente existir em grandes quantidades no resíduo (Figura 12).

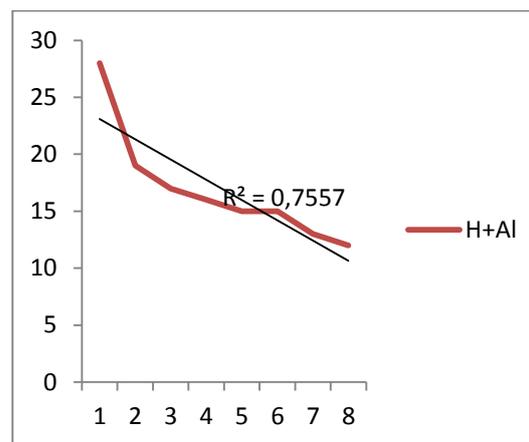


Figura 11. Gráfico de H + Al.

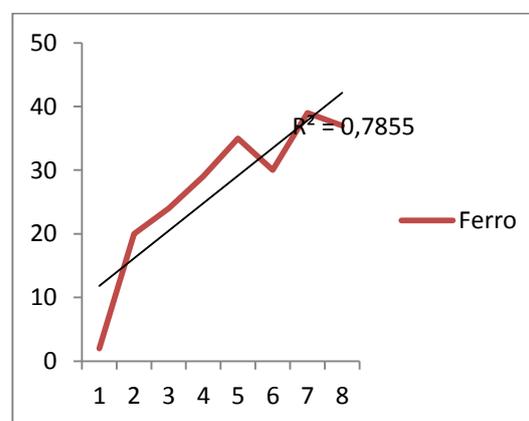


Figura 12. Gráfico de Ferro.

O Boro (B) apresentou um aumento significativo em comparação com a testemunha (Figura 13). Em condições naturais, a matéria orgânica representa a principal fonte de B disponível.

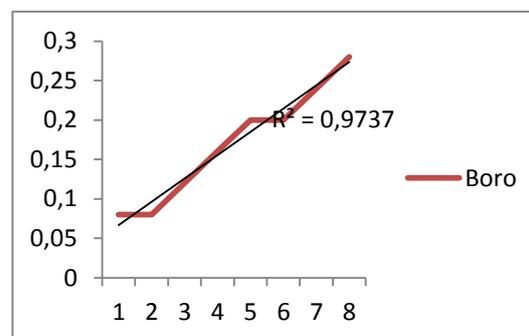


Figura 13. Gráfico de Boro.

Não foram observados aumentos significativos nos teores de cobre (Cu) e alumínio (Al), tendo em vista que o resíduo utilizado não possuía estes elementos em quantidades relevantes.

### 3.6 Ensaio com Feijão

O ensaio de desenvolvimento com feijão em estufa, para fins de estudo e análise, foi dividido em três partes: peso total dos grãos de feijão por tratamento, quantidades de vagens e de feijão por tratamento. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos.

Para estas tabelas considerar que médias seguidas pela mesma letra não são significativas entre si ao nível de 5% de probabilidade. Na Tabela 7 observa-se que houve melhor resposta com a dosagem de 10 t/ha, com acréscimo de 37% de produtividade, embora estatisticamente não seja significativo.

**Tabela 6.** Peso total do feijão.

Tratamento	Peso total do feijão (g)
1	27,6 a
2	40,1 a
3	40,9 a
4	39,4 a
5	33,8 a
6	34,9 a
7	36,9 a
8	32,6 a
F	1,92
CV%	15,9
DMS	16,08

**Tabela 7.** Quantidade de vagens e de feijão.

Tratamento	Vagens	Quantidade	
		Grãos de Feijão	Aumento de Produção %
1	21,0 a	106,3 a	0
2	30,0 a	145,6 a	37
3	32,6 a	143,6 a	35
4	29,6 a	139,0 a	31
5	26,6 a	118,3 a	11
6	29,6 a	136,6 a	29
7	29,3 a	133,0 a	25
8	30,3 a	130,0 a	22
F	1,32	0,84	*
CV%	18,38	19,19	*
DMS	14,9	71,42	*

## 4. CONCLUSÕES

A utilização do lodo de esgoto na agricultura especialmente na cultura do feijoeiro mostrou ser eficaz na disponibilização de nutrientes para o solo e conseqüentemente para a planta.

Não foram constatados nas dosagens utilizadas e nas condições estudadas, sintomas de toxidez ou alteração no desenvolvimento vegetal, podendo-se utilizar doses de até 70 t.ha<sup>-1</sup>.

A utilização para fins agrícolas, desde que sejam respeitados os critérios normativos da Resolução Conama nº 375 de 2006, é uma prática universalmente recomendada e já demonstrou elevada eficiência, sendo altamente indicada por ser ambientalmente correta e promotora de reciclagem de nutrientes.

## 5. REFERÊNCIAS

- ABES/SP. **Biossólidos na agricultura**. In: TSUTIYA, T.M; COMPARINI, B.J; SOBRINHO, A.P; HESPANHOL, I; CARVALHO, T.C.P.; MELFI, J.A.; MELO, J.W.; MARQUES, O.M., eds. 2.ed., São Paulo: ABES/SP, 2002. 468 p.
- ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. **Tópicos em Ciência do Solo/publicação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.1, p. 299-352, jul. 2000.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **A disposição de esgoto em solo agrícola**. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A., eds. Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura, Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente. 2006. 29p.
- CONAMA RESOLUÇÃO Nº375 - **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. - Data da legislação: 29/08/2006 - Publicação DOU nº 167, de 30/08/2006, p. 141-146.
- EMBRAPA. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna,SP:EMBRAPA Meio Ambiente, 2000.
- GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A. de; POGGIANI, F. &MATIAZZO, M. E. 2006. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.30, p.267-280.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201p.
- MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: ProduQuímica, 1994. 153p.
- MALTA, T. S. **Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras - RJ**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro.
- QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S. do e MELO, W. J. de. 2011. Lodo de esgoto como fertilizante: produtividade agrícola e rentabilidade econômica. **Nucleus**, v.8, n.1, abr.
- RAIJ, B. Van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.