

# **Efeito dos macronutrientes em um solo degradado após Aplicação de lodo de esgoto doméstico**

**João Carlos Madalão AUTOR1<sup>(1)</sup>, Ivo Zution Gonçalves AUTOR2<sup>(2)</sup>, Hanne Nippes Bragança AUTOR3<sup>(3)</sup>,  
Giovanni de Oliveira Garcia AUTOR5<sup>(4)</sup> & Aline Azevedo Nazário AUTOR4<sup>(5)</sup>**

---

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: joaocarlosagr@hotmail.com.

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: Ivo\_ufes@hotmail.com.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é engenheira agrônoma, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: hanne\_nb@hotmail.com.

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é professor adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo, centro, Alto Universitário, departamento de engenharia rural, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: garciagd@yahoo.com.br.

<sup>(5)</sup> Quinto Autor é graduando do curso de agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, centro, CEP: 29500-000, Alegre - ES. E-mail: Aline.a.n@hotmail.com.

**RESUMO** - Visando diminuir os efeitos danosos ao meio ambiente, este trabalho teve como o objetivo avaliar os efeitos da aplicação de lodo de esgoto doméstico na recuperação de um solo degradado. O experimento foi implantado e conduzido nos meses de agosto a outubro de 2007 no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável em recipientes de 50 L preenchidos com um latossolo retirado de local em processo de degradação. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial  $5 \times 5$  (cinco tratamentos e cinco períodos de incubação) com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos com a aplicação de cinco doses de esgoto doméstico correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100 ton há<sup>-1</sup>, por sua vez os períodos de incubação foram de 0, 20, 40, 60 e 80 dias. A cada dia de incubação correspondente foram coletadas amostras de solo de cada recipiente, a fim de se investigar os possíveis efeitos da aplicação do lodo de esgoto doméstico nas características químicas do mesmo. De acordo com os resultados obtidos a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto promoveu o aumento do pH nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, sódio, cálcio CTC total e efetiva, soma de bases e diminuição dos valores de magnésio, alumínio e H+Al no solo e apesar de significativo, o período de incubação pouco afetou o comportamento das variáveis estudadas.

### Introdução

Atualmente, em grande parte do planeta, observa-se uma grande deterioração da qualidade das águas. As causas primárias dessa deterioração estão vinculadas crescimento populacional nas últimas décadas, notadamente nos meios urbanos, juntamente com o incremento de produção nas mais diversas atividades de produção agroindustriais. Como consequência da produção em larga escala de bens de consumo decorre a geração de grande quantidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. O lançamento de diversos resíduos nos corpos d'água naturais conduz ao estabelecimento de processos poluidores fortemente prejudiciais aos sistemas aquáticos e comprometedores dos usos aos qual aquele recurso hídrico estava destinado (Von Sperling, 1997). O lodo de esgoto é o resíduo que se obtém após o tratamento der águas servidas (esgoto) com a finalidade de torná-las menos poluídas possíveis, de modo a permitir seu retorno ao ambiente sem que haja agentes de poluição. Quando devidamente higienizado, estabilizado e seco, o lodo de esgoto recebe o nome de biossólidos (Melo & Marques, 2000).

É inevitável, portanto, que exista uma crescente tendência para se encontrar, na agricultura, a solução para os problemas relacionados à eliminação de efluentes. O uso agrícola e florestal do lodo de esgoto deve ser cuidadosamente planejado para se controlar, em longo prazo, os efeitos de salinidade, sodicidade, nutrientes e oligoelementos, sobre o solo e as culturas. Segundo Costa et al. (1999) na agricultura moderna grande quantidades de adubos químicos, adubos orgânicos e, até mesmo, resíduos diversos de

substâncias químicas, são adicionadas ao solo na forma de fertilizantes.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo de diminuir os efeitos danosos ao meio ambiente causados pela disposição inadequada de lodo de esgoto este trabalho visando elaborar índices técnicos científicos de utilização do lodo determinando seus efeitos nas propriedades químicas de solos degradados, decorrentes sua aplicação.

**Palavras-Chave:** Biossólidos, alterações no solo, áreas degradadas.

### Material e métodos

O experimento foi implantado e conduzido nos meses de agosto de 2007 a junho de 2008 no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) em recipientes de 50 L preenchidos com solo retirado de local em processo de degradação. Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha e quatro doses de esgoto doméstico, as doses corresponderam a 0; 25; 50; 75 e 100 toneladas por hectare.

Depois de retirado, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de forma a obter agregados de no máximo cinco milímetros. Uma vez peneirado, foi retirado um amostra e encaminhado para Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) localizado no Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) para caracterização química. As análises químicas constituíram-se na determinação dos teores de P disponível, K, Ca, Mg, Na, Al trocável, H+Al e matéria orgânica, bem como a saturação de bases, CTC efetiva e pH (Embrapa, 1997). Antes de ser utilizado no experimento, o lodo de esgoto passou por um processo de desinfecção por meio da aplicação e incorporação de cal virgem na proporção de 15% em peso seco de lodo.

As amostras foram retiradas com auxílio de um trado holandês, coletando-se uma amostra de solo por repetição, a camada amostrada foi de 0 a 20 cm. As análises químicas do solo incubado foram realizadas no LAFARSOL, sendo a determinação do pH em água, das concentrações de P disponíveis, das concentrações trocáveis de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, além da determinação da soma de bases trocáveis, seguindo-se metodologia citada anteriormente.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Os modelos forma escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste "t" adotando-se  $\alpha$  de até 10%, no coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e no fenômeno em estudo.

### Resultados e discussão

A análise química do solo degradado revelou que as características da figura 1 permaneceram

constantes com aplicação das diferentes doses do lodo de esgoto doméstico.

Matematicamente a soma de bases manteve-se constante devido os valores de potássio e sódio também terem se mantido constantes e os valores de Mg terem diminuído a medida que os valores de Ca aumentaram.

A concentração de potássio no lodo de esgoto é pequena, pois o potássio é solúvel em água, portanto o potássio permanece na fase líquida do esgoto tratado (TSUTIYA, 2002). O lodo de esgoto não é uma boa fonte de potássio devido ao baixo teor encontrado no mesmo.

Da mesma forma a concentração de sódio no lodo não foi significativa a ponto de mostrar variabilidade entre as diferentes dosagens aplicadas.

A CTC que é a expressa pela soma de bases (SB) mais a acidez potencial (H+Al) manteve-se constante devido a pouca variabilidade da SB e aos baixos valores da H+Al.

Na figura 2 observa-se que os valores de cálcio, matéria orgânica e fósforo tiveram seus valores com aumento significativo e o magnésio teve redução significativa com o aumento das doses de lodo aplicada.

Para ser utilizado no solo, o lodo de esgoto deve passar por processos de higienização e estabilização, dentre os quais, está a calagem que é um processo de estabilização, desinfecção química do lodo e consiste na adição e mistura de cal ao lodo em doses altas para a alcalinização brusca do meio. Com isso inativa-se a maior parte dos patógenos presentes no lodo. O aumento dos valores de cálcio está associado à adição de cal virgem ao lodo antes da incorporação do mesmo ao solo degradado.

Quanto ao magnésio, a literatura ressalta que solos que recebem lodo de esgoto, apresentam resultados visíveis somente quando ocorrem aplicações por longos períodos. Dessa forma, a grande variabilidade deste nutriente pode ser atribuída a esta informação, já que o período de incubação foi de apenas 80 dias.

No entanto, o excesso de Ca pode estar causando a diminuição da concentração do elemento Mg. Isso indica que a aplicação do lodo pode ter sido a causa de deficiência de Mg, provavelmente, devido à competição por sítios de absorção exercida por outros cátions existentes no lodo em teores mais elevados que o Mg (GUEDES & POGGIANI, 2003).

Em relação ao fósforo, existem trabalhos que levantam dúvidas sobre o potencial do lodo de esgoto em aumentar sua disponibilidade no solo, mas a maioria das publicações aponta para expressiva contribuição do lodo de esgoto em relação ao fósforo disponível (MELO & MARQUES, 2000).

A quantidade de fósforo adicionado ao solo pela aplicação de lodo de esgoto, normalmente não tem sido excessiva. Todavia, aumentos nos teores de fósforo em solos com a aplicação de lodo esgoto tem sido comuns. Esses incrementos no teor de fósforo tem sido observado principalmente na camada superficial

do solo, mas também, no subsolo e até na solução do solo.

Pelas quantidades de nitrogênio e fósforo contido no lodo de esgoto, pode-se admitir que esses elementos podem substituir os fertilizantes minerais como uma fonte de nutrientes para as plantas (TSUTIYA, 2002).

Em solos degradados, a matéria orgânica desempenha papel de fundamental importância na fertilidade, esses solos possuem ainda pouco potencial de liberação de nutrientes para as plantas. A aplicação de lodo de esgoto no solo causou aumento no teor de matéria orgânica.

A matéria orgânica, durante o processo de mineralização, libera nutrientes para a nutrição dos vegetais. Desta forma, o manejo da matéria orgânica constitui-se em elemento de elevada importância para o sucesso das atividades agropecuárias (Melo & Marques, 2000).

Analisando a figura 3, pode-se notar que houve aumento significativo nos valores de pH, saturação por base e Ca+Mg, enquanto que nos valores de alumínio, acidez potencial (H+Al) e saturação por alumínio houve redução significativa.

A significância no aumento do Ca+Mg deve-se ao grande aumento dos valores de Ca com o aumento das dosagens de lodo de esgoto.

Outro aumento significativo foi o do pH do solo, esse aumento tem um efeito secundário na adsorção e dissolução de metais pesados, um aumento do pH do solo reduz a quantidade de metais pesados dissolvidos.

De modo geral, quando o lodo recebe cal durante seu tratamento, sua aplicação ao solo promove aumento do pH, diminuição da acidez potencial (H+Al), do alumínio trocável e da saturação por alumínio. O aumento do pH do solo é em consequência da formação de íon amônio devido à oxidação do nitrogênio orgânico, presente em grande quantidade no lodo de esgoto (MELO & MARQUES, 2000).

O pH do solo frequentemente é chamado de variável mais importante e afeta uma variedade grande de processos e reações químicas no solo. É uma importante característica que define as reações do solo.

O aumento do pH e dos teores de Ca+Mg trocáveis no solo contribuíram para o aumento da saturação por bases logo no primeiro ano de aplicação de lodo ao solo.

## **Conclusão**

De modo geral, o lodo de esgoto pode contribuir para a recuperação de solos degradados como fonte de fósforo, matéria orgânica, cálcio e neutralização do alumínio. Porém há necessidade de fazer complementação do potássio e do sódio usando-se uma fonte mineral.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fundação de Apoio a Ciência e Tecnologia do Espírito Santo pelo apoio financeiro e bolsas de iniciação científica.

## Referências

- COSTA, S.N.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; RAMOS, V.B.N. Mobilidade de nitrato em coluna de solo sob condições de escoamento não permanente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.2, p. 190-194, 1999.
- EMBRAPA. Manual de análises de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNCS, 1997.
- GUEDES, M.C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biossólido, **Scientia Forestalis**. n.63, p.188-201, 2003.
- MELO, W.J. & MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutriente para as plantas. In: Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto. Jaguariúna, EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-141.
- TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T.; MELFI, A.J.; MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Biossólidos na Agricultura. São Paulo, SP. p.468, 2002.
- VON SPERLING, E. Qualidade de água. Brasília. Belo Horizonte: ABEAS, 1997.

Na Figura 1 estão apresentados o comportamento da soma de bases, do potássio, do sódio e da CTC em função das doses de lodo aplicadas.

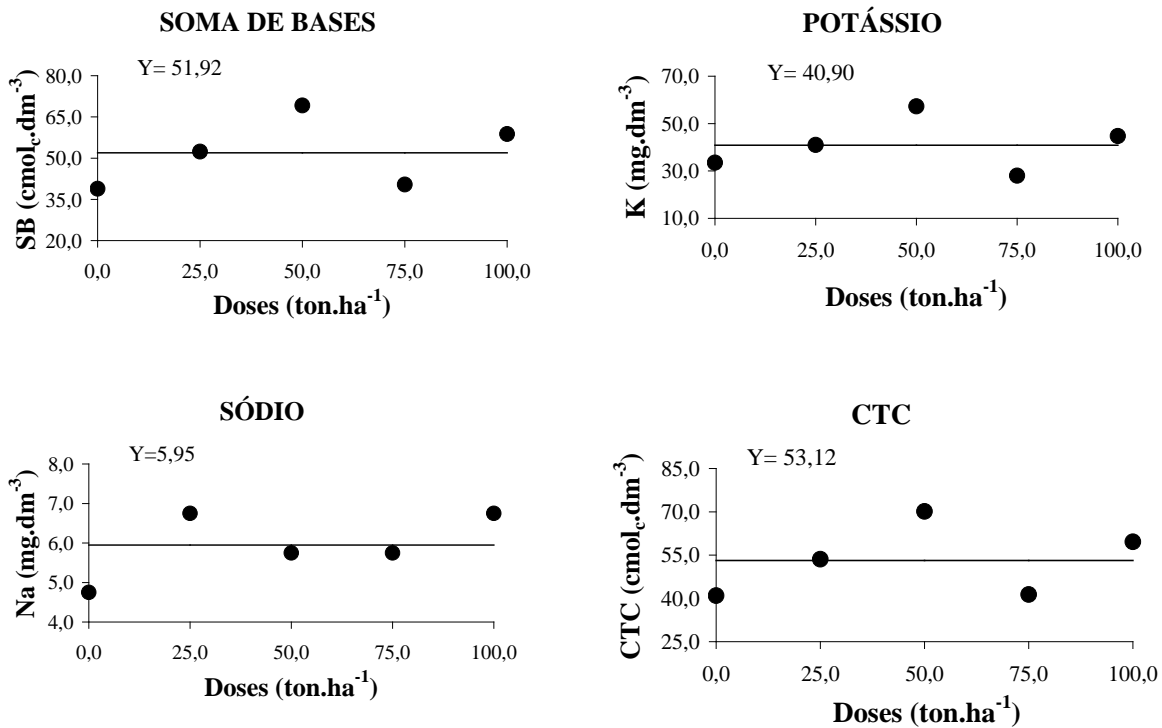


FIGURA 1 – Valores da soma de bases, potássio, sódio e CTC em função das doses de lodo de esgoto doméstico aplicadas.

Na Figura 2 estão apresentados o comportamento da matéria orgânica e dos nutrientes cálcio, magnésio e fósforo em função das doses de lodo aplicadas.

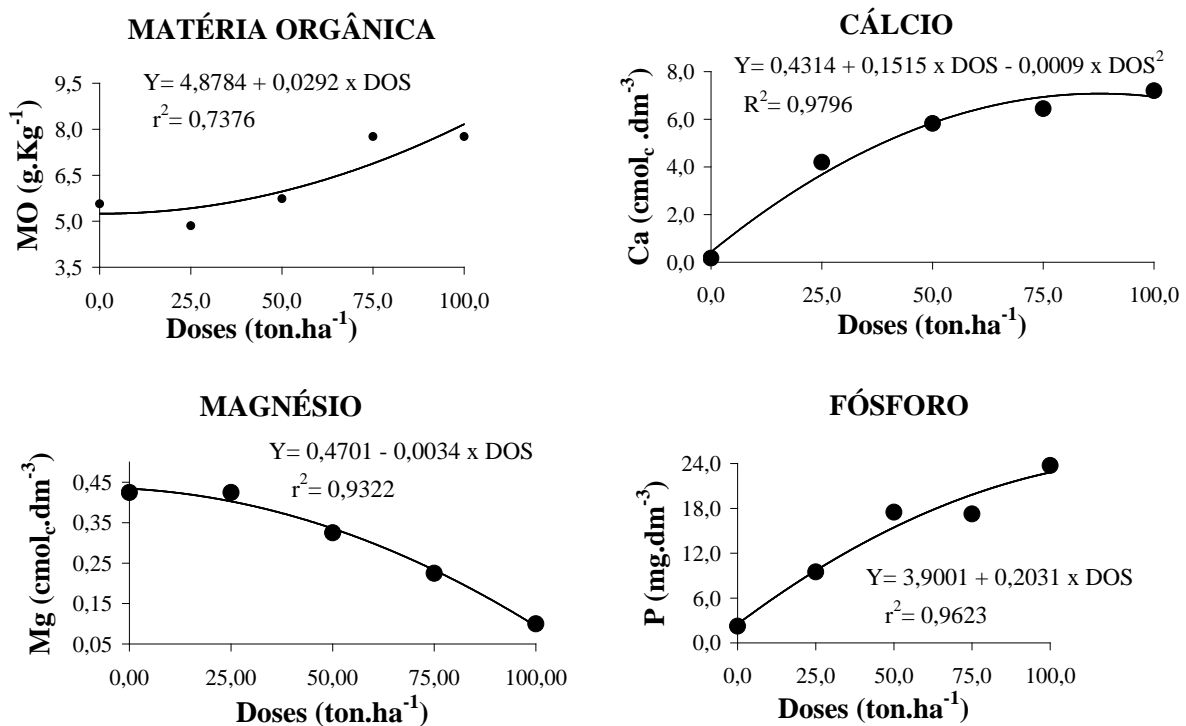


FIGURA 2 – Valores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e fósforo em função das doses de lodo de esgoto doméstico aplicadas.

Na Figura 3 estão apresentados o comportamento do pH, do alumínio, da acidez potencial (H+Al), da saturação por alumínio, da saturação por base e do Ca+Mg em função das doses de lodo aplicadas.

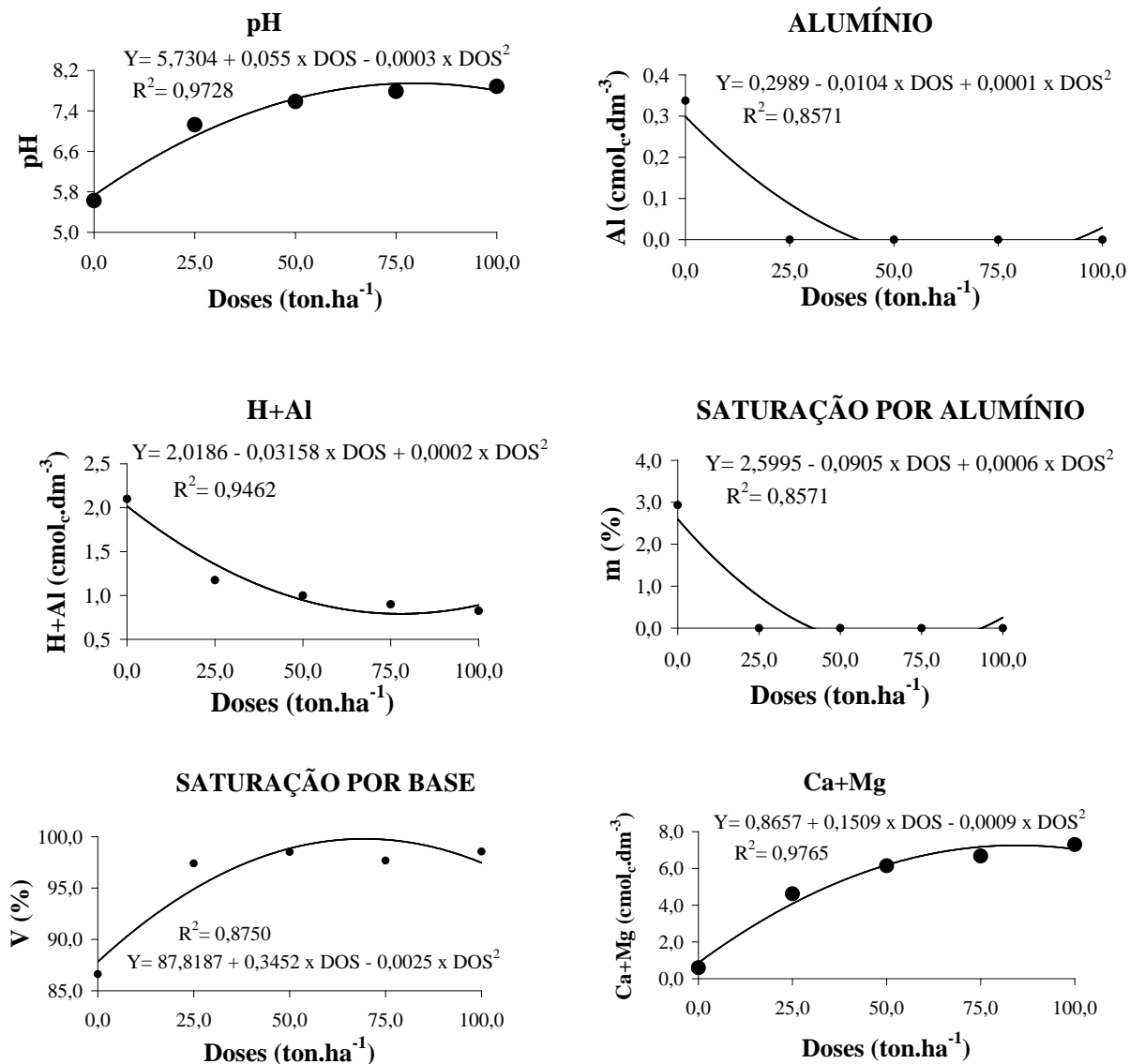


FIGURA 3 – Valores de pH, alumínio, acidez potencial (H+Al), saturação por alumínio, saturação por base e Ca+Mg em função das lodo de esgoto doméstico aplicadas