

# **Viabilidade da aplicação do lodo de esgoto doméstico no desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de eucalipto após aplicação do lodo de esgoto doméstico**

**Ivo Zution Gonçalves AUTOR2<sup>(1)</sup>, João Carlos Madalão AUTOR1<sup>(2)</sup>, Hanne Nippes Bragança AUTOR3<sup>(3)</sup>, Giovanni de Oliveira Garcia AUTORS<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: Ivo\_ufes@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: joacarlosagr@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..n@hotmail.com.

**RESUMO** - Atualmente, o lodo de esgoto doméstico é um problema no meio ambiental, e uma das formas de aproveitar esse biossólido é no meio agrícola, minimizando a utilização de fertilizantes sintéticos e os impactos ambientais. O experimento foi 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 ha<sup>-1</sup>, com períodos de incubação de 0, 20, 40, 60 e 80 dias. A cada período de incubação correspondente foi realizada uma análise vegetativa onde foi retirada uma planta de cada unidade experimental sendo encaminhada ao laboratório para determinação da área foliar (AFO), matéria seca total (MST), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e matéria seca total (MST). Desse modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da aplicação do lodo de esgoto doméstico em diferentes doses no desenvolvimento vegetativo de mudas de eucalipto. A AFO, MST e a RAF aumentaram de maneira satisfatória em função da aplicação do lodo de esgoto doméstico, no entanto, a TCA e a TCR diminuíram significativamente, e somente a AFO aumentou significativamente com os períodos de incubação.

## Introdução

Grandes áreas urbanas exercem fortes pressões sobre os recursos naturais. No Brasil, um fator que agravou os impactos ambientais desse tipo foi a rápida transição de uma sociedade predominantemente rural para uma sociedade essencialmente urbana, com isso os recursos hídricos tornaram-se cada vez mais indisponíveis principalmente devido a contaminação com o esgoto doméstico. No mundo atual, porém, não faz sentido resolver apenas os problemas do esgoto que ameaçam a saúde da população. A saúde do ambiente também deve ser preservada, afinal, se o ambiente se degradar, a qualidade de vida da população vai cair também.

Os sistemas de tratamento de esgoto domésticos geram um resíduo sólido, genericamente denominado genericamente de lodo de esgoto. Em função da origem e do processo de obtenção utilizado, o lodo de esgoto apresenta composição química muito variável, sendo um material rico em matéria orgânica, em nitrogênio e alguns micronutrientes (Melo & Marques, 2000).

Dessa forma, pensando na reutilização futura de efluentes, a atividade florestal, por suas peculiaridades, apresenta-se como uma alternativa promissora, principalmente por não envolver produção de alimentos para consumo humano e nem riscos à saúde (Cromer, 1980). Além disto, por ser realizada em larga

escala tem a potencialidade de consumir um grande volume de efluentes. O lodo de esgoto ou biossólido, embora ainda não tenha sido amplamente testado no Brasil, já apresenta alguns resultados promissores, seja na fase de produção de mudas de espécies florestais (Moraes et al., 1997) ou de implantação de reflorestamento (Gonçalves et al., 2000a; Poggiani et al., 2000). Esses estudos já estão avançados em outros países, inclusive com aplicações comerciais em empresas florestais (Cole et al., 1986; Harrison et al., 1993; Henry et al., 1994).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da aplicação do lodo de esgoto doméstico em diferentes doses no desenvolvimento vegetativo de mudas de eucalipto.

**Palavras-Chave:** estação tratamento, esgoto doméstico, *Eucalyptus grandis*.

## Material e Métodos

O experimento foi implantado e conduzido nos meses de agosto a outubro de 2007 no campo experimental do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC) em recipientes de 50 litros preenchidos com solo retirado de local em processo de degradação.

Para avaliar a aplicabilidade do uso de lodo de esgoto em plantações florestais foi cultivado após o período de incubação, nos recipientes preenchidos com solo submetido à aplicação de diferentes dosagens de lodo de esgoto, o *Eucalyptus grandis* como espécie indicadora. O plantio foi feito com mudas formadas a partir de sementes. O estado vegetativo das plantas de eucalipto nos diferentes tratamentos foi feito coletando-se uma planta para a realização das análises.

A amostragem das plantas foi constituída retirando-se uma planta de acordo com o período de incubação e a amostragem foliar foi constituída nas coletas do 3º e 4º pares de folhas a partir do ápice, situados na porção mediana das plantas. Para cada planta foram coletados, em média, cinco folhas e após a coleta foram medidas as áreas foliares de cada planta utilizando-se o medidor de área foliar de bancada LI-3100C, com as folhas soltas, e em seguida as folhas foram pesadas em uma balança de precisão, depois as mesmas foram secas em estufa, por 72 horas, e, imediatamente moídas e encaminhadas ao LAFARSOL. As análises verificadas foram a área foliar (AFO), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e matéria seca total (MST). Através das medidas acima citadas, calcularam-se os seguintes parâmetros fisiológicos que compõem a análise de crescimento: Razão de área foliar (RAF), representa a relação entre a área foliar total (AFO) e a massa da matéria seca total (MST), resultado desta fotossíntese, expressa em centímetros quadrados por grama (BENINCASA, 1988).

A taxa assimilatória líquida (TAL), reflete a eficiência do sistema assimilador que está envolvido na produção de matéria seca, estimando, dessa forma, a fotossíntese líquida (RADFORD, 1967), definida pela expressão:

$$TAL = \frac{MST_n - MT_{n-1}}{n - n-1} \times \frac{\ln AF_n - \ln AF_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$$

onde:

n = número de coletas;

t = tempo entre coletas, em dias;

MST = massa da matéria seca total;

AF = área foliar.

Sendo expressa em g.(Cm<sup>2</sup>.dia)<sup>-1</sup>.

A taxa de crescimento relativo (TCR), reflete o aumento da matéria seca em gramas, de uma planta ou de qualquer órgão, num dado intervalo de tempo, em função do tamanho inicial, ou seja, de material pré-existente (BENINCASA, 1988), sendo definida pela expressão:

$$TCR = \frac{TAL \times \frac{RAF_n + RAF_{n-1}}{2}}{n - n-1}$$

onde:

n= número de coletas;

TAL= taxa assimilatória líquida;

RAF = razão de área foliar;

A taxa de crescimento absoluto (TCA): TCA = FS2 - FS1/ t2- t1; em g.dia<sup>-1</sup>. Sendo expressa em g.(g.dia)<sup>-1</sup>. onde (FS2 - FS1) é a diferença de fitomassa seca entre duas amostras sucessivas (g). Sendo o (t2 - t1) igual ao período de tempo decorrido entre duas amostragens sucessivas em dias.

O lodo de esgoto utilizado nos ensaios foi coletado na estação de tratamento de esgotos (ETE) do Município de Jerônimo Monteiro durante o mês de julho de 2007. 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.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 5 × 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 toneladas por hectare, por sua vez os períodos de incubação foram de 0, 20, 40, 60 e 80 dias. Em cada dia da incubação foi retirada uma planta e enviada ao laboratório para análise.

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 de até 10%, no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e no fenômeno em estudo.

## Resultados e Discussão

De acordo com a figura 1A a área foliar aumentou exponencialmente em função das doses do lodo aplicadas, tal resultado pode ser explicado devido a altas concentrações de nutrientes no lodo, principalmente o nitrogênio, que favorece o desenvolvimento vegetativo da planta, desse modo,

com o aumento das doses do lodo, maiores foram os resultados da área foliar em função das doses, com exceção a dose de 100 toneladas, onde ocorreu um pequeno decréscimo da área foliar. Em relação à figura 1B a absorção e a metabolização do N no interior da planta continuaram constantes de forma linear de acordo com os períodos de incubação, dessa forma a área foliar também aumentou significativamente até os 80 dias, dessa forma a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente estando presente em grandes quantidades no lodo de esgoto doméstico.

Na figura 1C, esta representada a matéria seca total (MST), que obteve resultados crescentes em função as doses do biossólido de forma exponencial, este fato esta ligado diretamente a área foliar total como mostrado na figura anterior, pois com o aumento da área foliar esperava-se já um aumento da MST, este resultado se mostrou satisfatório, já que o desenvolvimento inicial das mudas de eucalipto foi beneficiado pelas doses de LED rico em nutrientes. Em relação a figura 1D, os resultados não se mostraram significativos, sendo a MST não variando em função dos períodos de incubação, permanecendo com 29,69 gramas em média, este resultado é explicado devido a cultura ter um ciclo muito longo, dessa forma apenas os 80 dias não foram satisfatórios para avaliar tal fenômeno.

Na figura 1E, a razão de área foliar (RAF) que mede a razão entre a área foliar total e a matéria seca total mostrou-se significativa. Aumentando até a dose de 75 toneladas do lodo aplicadas, em seguida houve um decréscimo até a dose de 100 toneladas. Este resultado é consequência da relação entre a AFO e a MST, onde devido há pequena queda na AFO na dose de 100 toneladas influenciou no resultado da RAF na mesma dose, sendo, portanto um resultado diretamente influenciado por ambos os fatores. Na figura 1F, o resultado não foi significativo, sendo a média de 37, 58 Cm<sup>2</sup>/g constante ao longo dos períodos de incubação.

Na figura 1G a taxa de crescimento relativo decresceu exponencialmente em função das doses de lodo aplicadas, ou seja, não houve aumento da matéria seca em gramas, num dado intervalo de tempo, em função do tamanho inicial. Isso se deve principalmente ao menor crescimento vegetativo da planta nos primeiros dias de plantio, com posterior decréscimo da TCR. Com relação à figura 1H, não houve resultado significativo da TCR em função do período de incubação, com média igual a 0,0099 g.dia<sup>-1</sup> ao longo dos 80 dias.

Os resultados da taxa de crescimento absoluto (TCA) em função das doses estão representados na figura 1I. Houve um decréscimo linear da TCA em função das doses do lodo aplicadas, mostrando que apesar da planta continuar seu desenvolvimento, foi com as doses menores do biossólido que apresentou as maiores taxas. Esse fato pode ser explicado pelo fato do pH do solo estar em níveis elevados com altas doses do lodo, já que o mesmo foi tratado com cal virgem a 15% do peso seco do lodo, dessa forma, os nutrientes do lodo ficaram indisponíveis no solo, prejudicando o desenvolvimento inicial do eucalipto, diversos autores tem demonstrado que com o aumento do pH o ferro, cobre, manganês e zinco como demonstrado por

Abreu et al. (2001) para o cobre e zinco; por Borkert et al. (2001) para manganês e por Motta et al. (2007) para ferro, tornam-se indisponíveis para as plantas, e dessa forma afetando seu desenvolvimento. Em relação a figura 1J, não houve interação significativa da TCA em função dos períodos de incubação, permanecendo a média de 0,26 g.dia<sup>-1</sup>.

### Conclusão

Em função as doses do lodo doméstico aplicado a área foliar (AFO), a matéria seca total (MST) e a razão da área foliar (RAF) aumentaram significativamente, já a taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) diminuíram com as doses do lodo aplicadas. Em relação aos períodos de incubação, somente a AFO aumentou linearmente, já os demais fatores avaliadas não mostraram resultados significativos.

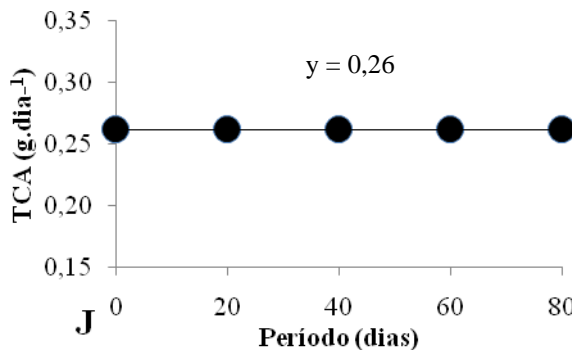
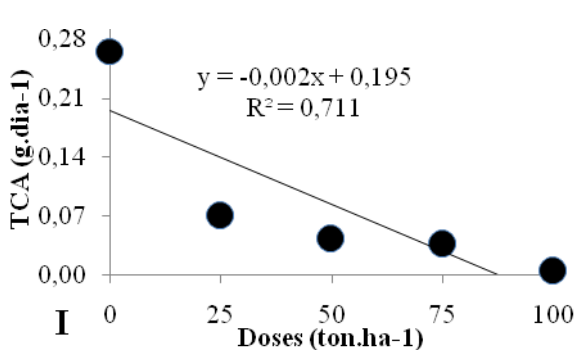
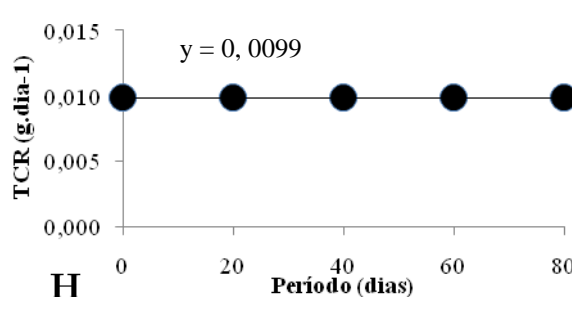
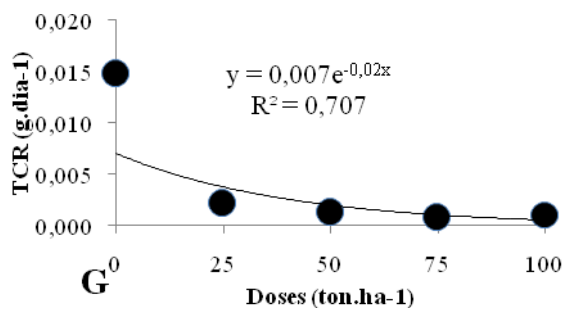
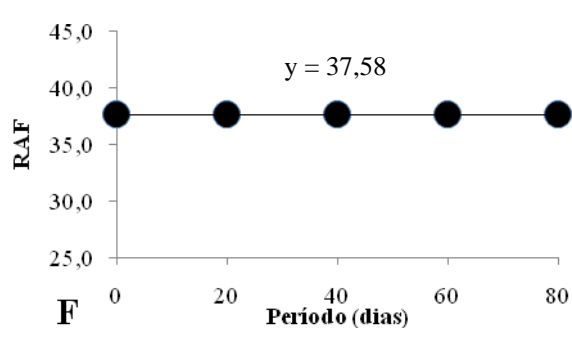
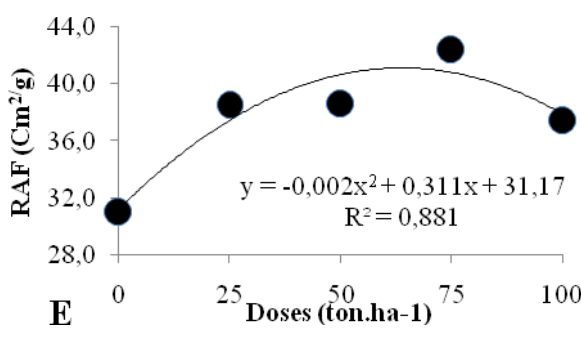
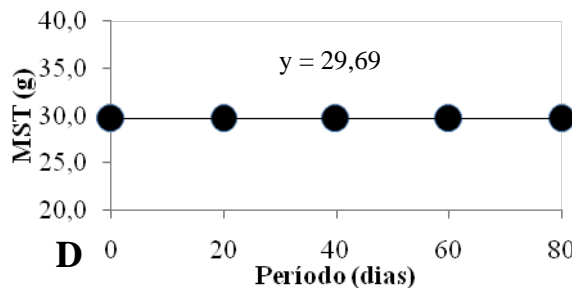
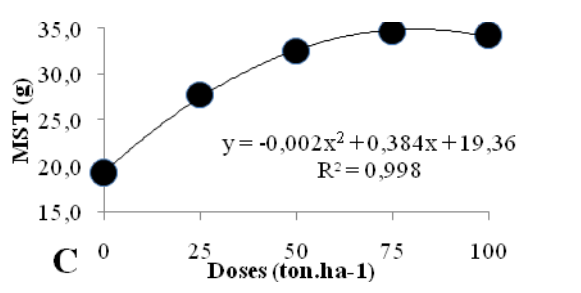
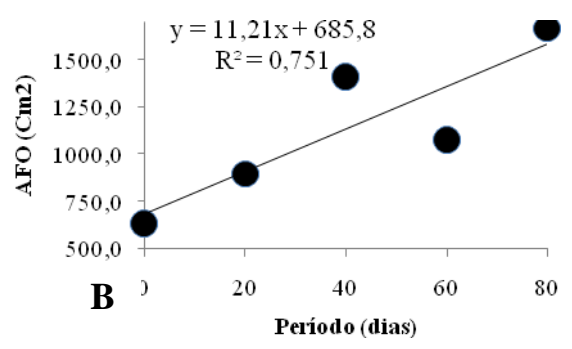
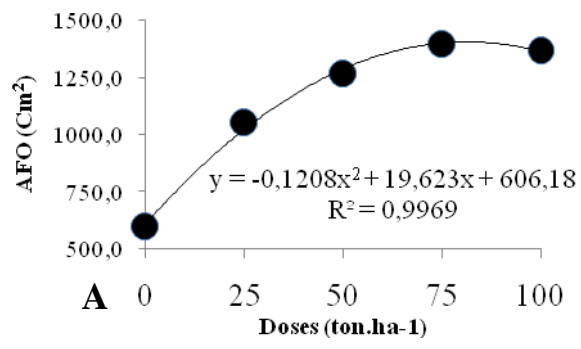
Os resultados foram satisfatórios e mostraram que o lodo de esgoto doméstico pode ser utilizado como alternativa para as atividades florestais como a cultura do eucalipto, já que o mesmo é rico em nutrientes e fonte de matéria orgânica.

### Agradecimentos

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

### Referências

- MELO, W.J.; MARQUES, M.O. **Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas**. In: BETIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312p.
- CROMER, R. N. Irrigation of radiata pine with wastewater: A review of the potential for tree growth and water renovation. **Australian Forest**, v.43, p.87-100, 1980.
- MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; REISSMAN, C.B.; DIONISIO, J.A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta** 1 ed. Curitiba:UFPR, 2007. 246p.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000b. p. 80-102.
- COLE, D. W.; HENRY C. L.; NUTTER W. (Eds.) **The forest alternative for treatment and utilization of municipal and industrial wastewater and sludge**. Seattle: University of Washington Press, 1986.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- ABREU, C.A. de; FERREIRA, M.E; BORKERT, C.M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônico: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C. P. da; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.6, p. 125 - 150.
- BORKERT, C.M.; PAVAN, M. A.; BATAGLIA, O.C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C. P. da; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.7, p.



**Figura 1** – Valores da AFO, RAF, TCA, TCR e MST de acordo com as doses aplicadas do biossólido em função as doses aplicadas e aos períodos de incubação.