

## 133 - RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA COM LODO DE ESGOTO E ESPÉCIES FLORESTAIS

R.C. Boeira<sup>1</sup>; L.A. Skorupa<sup>1</sup>; M. Dorneles de Souza<sup>1</sup>; G. Nicolella<sup>1</sup>

### Resumo

No Brasil, crescem as áreas sem capacidade de auto-regeneração natural, dadas as muitas tecnologias utilizadas na exploração da terra, e que não têm comprometimento com a sustentabilidade ambiental através do tempo. A implantação de sistemas agroflorestais nessas áreas é uma alternativa para sua recomposição ambiental e a adubação com lodo de esgoto pode viabilizar seu manejo, tornando-o mais econômico que a adubação mineral. No entanto, as doses de lodo preconizadas para este fim são muito altas, o que eleva substancialmente o risco de contaminação de corpos d'água do agroecossistema com nitrato. Neste trabalho, avaliou-se a influência da aplicação de doses de lodo de esgoto consideradas ambientalmente seguras, como adubo e condicionador de solo, na implantação de sistemas agroflorestais. O experimento foi instalado em uma área degradada localizada em Jaguariúna, SP, comparando-se duas doses de lodo de esgoto (6 e 12 Mg/ha) e uma dose de adubação mineral (NPK), e duas espécies pioneiras, *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba) e *Croton floribundus* Spreng (cróton). O lodo de esgoto utilizado, mesmo em baixas dosagens, teve o mesmo efeito que a adubação mineral sobre o desenvolvimento inicial das árvores, com vantagens adicionais como menor custo e reciclagem de nutrientes.

**PALAVRAS-CHAVE** - área construída, lodo de esgoto, resistência à penetração, fósforo disponível, cróton, mutamba, estabelecimento de perenes

### INTRODUÇÃO

Solos degradados são aqueles que sofreram profundas alterações físicas e/ou químicas, após um distúrbio, perdendo a capacidade de regeneração natural e, portanto, havendo a necessidade da intervenção humana (Pimm, 1986). Atualmente, o Brasil conta com grande número de municípios em que estão sendo implantadas estações de tratamento de esgoto. Para o descarte do resíduo aí gerado (lodo de esgoto), uma das alternativas existentes é a sua utilização em solos degradados. Para este fim, a literatura internacional indica doses de lodo de esgoto até 20 vezes superiores a doses recomendadas com base na necessidade de nitrogênio das plantas. Esta recomendação busca a melhoria imediata das propriedades físicas dos solos, melhorias essas freqüentemente reputadas aos lodos de esgoto, mas que só têm sido observadas com doses elevadas (acima de 90 Mg/ha). Tais doses, porém, podem causar pulsos elevados de nitrato no solo, muito acima da capacidade de absorção pelas plantas, os quais, se vierem a atingir um corpo d'água,

---

<sup>1</sup> EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental – Caixa Postal: 69. 13820-000 – Jaguariúna/SP; e-mail: [rcboeira@cnpma.embrapa.br](mailto:rcboeira@cnpma.embrapa.br).

poderão causar danos ambientais expressivos. No entanto, doses menores, porém ambientalmente seguras, constituem-se também numa forma de aproveitamento de lodos de esgoto para a recuperação de áreas degradadas, sendo uma oportunidade de reciclagem dos nutrientes neles contidos, de estabelecimento ou incremento de comunidades de micro e mesofauna no solo e, ao mesmo tempo, de solução do problema de sua acumulação em alta escala. A utilização de espécies vegetais de crescimento rápido (pioneiras) para revegetação proporciona um rápido recobrimento do solo, reduzindo o impacto direto das chuvas (Carvalho; 2000). O uso destas espécies florestais concomitante à adubação com lodos de esgoto pode apresentar também como vantagens: a redução dos custos devidos a fertilizantes minerais, em particular N e P; absorção contínua de nutrientes durante o ano; exploração de grandes volumes de solo. Uma vantagem adicional é a não associação, em geral, do produto florestal final com a produção de alimentos, propiciando baixos riscos à saúde pública. Neste estudo, teve-se como objetivos: avaliar a influência da aplicação em solo degradado de doses ambientalmente seguras de lodo de esgoto sobre alguns parâmetros do solo, e avaliar os efeitos da aplicação de lodo de esgoto sobre alguns parâmetros silviculturais de espécies florestais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado em uma área degradada localizada em Jaguariúna, SP, originalmente declivosa, que sofreu cortes profundos em uma extremidade, expondo horizontes com minerais constituintes da rocha matriz. Estão sendo avaliados três tratamentos: duas doses de lodo de esgoto (1N e 2N) e adubação mineral (NPK), e dois subtratamentos com espécies pioneiras, *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba) e *Croton floribundus* Spreng (cróton), em espaçamento de 2 x 2m. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em faixas. A dose 1N do lodo de esgoto (6 Mg/ha, em base seca, equivalente a 20,5 Mg/ha de lodo úmido) foi calculada visando-se aplicar 60 kg/ha de nitrogênio em função do nitrogênio potencialmente disponível no lodo (Cetesb, 1999), considerando-se 31% a fração de mineralização do N orgânico do lodo (Boeira et al., 2002); na dose 2N, aplicaram-se 12 Mg/ha de lodo de esgoto. A adubação do tratamento NPK seguiu as recomendações de Rajj (1997). O lodo úmido, proveniente da estação de tratamento de esgoto de Jundiáí/SP, foi distribuído a lanço e incorporado a 20 cm de profundidade, oito dias antes do plantio das mudas. Antes da aplicação dos tratamentos, determinou-se a densidade, a umidade e a resistência mecânica do solo à

penetração, em três profundidades (0-10cm, 10-20cm e 20-40cm). 15 dias após a aplicação do lodo de esgoto, o solo foi amostrado para as análises iniciais de fertilidade. O desenvolvimento inicial das plantas foi avaliado medindo-se a altura, o diâmetro da base e a área da copa, quatro meses após o plantio das mudas. Procedeu-se à análise de variância e de correlação dos dados experimentais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em solos construídos como o aqui estudado, a sua desestruturação e mistura podem causar limitações físicas que afetam o desenvolvimento das plantas. A densidade do solo tanto na camada superficial (que foi arada;  $1,04 \text{ kg/dm}^3$ ) quanto nas camadas de 10 a 40cm (solo não revolvido;  $1,24 \text{ kg/dm}^3$ ) não caracterizam perfis compactados. Verifica-se também (Tabela 1) que os valores medidos de resistência à penetração não caracterizam impedimento ao desenvolvimento radicular, com a camada superficial encontrando-se na classe referida como  *muito baixa de resistência à penetração* ( $\leq 1.100 \text{ KPa}$ ) e as camadas sub-superficiais avaliadas na classe de  *baixa resistência* ( $1.100 \text{ a } 2.500 \text{ KPa}$ ) (Camargo & Alleoni, 1997, adaptada de Canarache, 1990). A utilização de lodo de esgoto na recuperação de solos visa, primordialmente, o fornecimento de matéria orgânica, que ocorre concomitantemente à melhoria nos teores de alguns nutrientes de plantas que o lodo contenha, propiciando sua reciclagem. Além do nitrogênio, com reconhecida influência no desenvolvimento inicial de plantas, o fósforo pode também ser disponibilizado em grandes quantidades às plantas pelos lodos. Assim, os solos tratados com a dose 1N apresentaram menores teores de fósforo disponível no solo ( $4,3 \text{ mg/dm}^3$ ) em relação aos solos tratados com a dose 2N ou NPK ( $7,9 \text{ mg/dm}^3$ ). Ressalte-se que estes resultados referem-se ao solo amostrado poucos dias após a aplicação dos tratamentos, sendo esperada maior disponibilização de fósforo no futuro. Os teores de potássio em lodos de esgoto não são muito elevados, dada a grande solubilidade deste nutriente; não se verificaram diferenças no teor médio de potássio nos tratamentos 1N, 2N ou NPK, que situou-se em torno de  $82 \text{ mg/dm}^3$ . A influência positiva dos elementos no solo sobre o desenvolvimento das plantas pôde ser verificada através de correlações. Houve associação positiva significativa dos teores de potássio no solo com a altura, o diâmetro da base e a área da copa das plantas, aos quatro meses; mesma tendência foi observada para a variável teor de fósforo. Não houve diferenças significativas entre o efeito de doses de lodo (1N e 2N) e o efeito da adubação mineral (NPK) sobre o desenvolvimento inicial das plantas. Este resultado, embora preliminar, é favorável ao uso

de lodo de esgoto em substituição à adubação mineral no tocante ao estabelecimento inicial das espécies avaliadas, considerando-se os altos custos dos fertilizantes minerais e as vantagens ambientais e sociais do uso adequado de lodos em solos. Considerando-se as doses aplicadas de lodo de esgoto, verificou-se uma tendência de diminuição no pH da camada superficial do solo, de 6,6 (1N) para 6,3 (2N e NPK). A acidificação do solo devida à aplicação contínua de lodos não-caleados tem sido verificada para outros lodos anaeróbios, como o de Franca e o de Barueri, SP. Com relação a avaliação dos efeitos de subtratamentos, a espécie cróton apresentou média de área de copa ( $0,15 \text{ m}^2$ ) superior à mutamba ( $0,06 \text{ m}^2$ ). A altura média destas espécies aos quatro meses foi de 0,58 m, e o diâmetro médio da base foi de 1,04 cm.

## CONCLUSÕES

O teor de fósforo disponível no solo, na época de plantio das mudas, foi similar na adubação mineral e na dose mais elevada de lodo de esgoto.

O desenvolvimento inicial das espécies florestais cróton e mutamba foi similar em solo tratado com lodo de esgoto ou com adubação mineral.

## LITERATURA CITADA

- BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1639-1647, nov. 2002.
- CAMARGO, O. A. DE; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Ed. dos Autores, 1997. 132p.
- CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação de manejo de áreas degradadas. In. GALVÃO, A.P.M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2.000. p. 251-268.
- CETESB. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas**: critérios para projeto e operação. São Paulo, 1999. 32 p. (Manual Técnico, P4230).
- PIMM, S.L. Community stability and structure. In. SOULÉ, M.E. (Ed.). **Conservation biology: The science of scarcity and diversity**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1986. 584p.
- RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundação IAC, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

**TABELAS E FIGURAS**

Tabela 1. Valores de resistência mecânica do solo à penetração e umidade do solo (n = 72).

Medida descritiva	Camada de solo (cm)					
	0-10		10-20		20-40	
	Resistência <sup>1</sup>	Umidade <sup>2</sup>	Resistência	Umidade	Resistência	Umidade
Média± erro padrão	552±51,3	149±0,3	1201± 82,4	178± 5,8	2058±69,5	180± 4,2
Coefficiente de variação (%)	79	17	58	28	29	20

<sup>1</sup>Resistência mecânica do solo à penetração (KPa). <sup>2</sup> Umidade gravimétrica (g/kg).