

INFLUÊNCIA DO LODO DE ESGOTO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA.

Thalita Fernanda Sampaio, Iraê Amaral Guerrini, Rodrigo de Menezes Trigueiro, Giovana Baggio de Bruns, Fernando Carvalho Oliveira – Sub-área: Recursos Florestais e Engenharia Florestal -- Engenharia Florestal – Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo – Faculdade de Ciências Agronômicas – Campus de Botucatu.

O Lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica gerado durante o tratamento nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) e está se tornando cada vez mais um grande problema para as municipalidades ao redor do mundo, pois as quantidades produzidas continuam aumentando com o aumento da densidade populacional das cidades (Mortvedt, 1996). Uma alternativa para sua disposição é a adição ao solo, uma excelente opção sob o ponto de vista econômico e ambiental, uma vez que apresenta o menor custo e promove a reciclagem de matéria orgânica e nutrientes através da utilização na agricultura e em áreas florestais como fertilizante orgânico. Segundo Melo et al. (1994), trata-se de um resíduo com grande atrativos para o uso agrícola, quer como condicionantes das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pelo seu conteúdo e matéria orgânica, quer como fonte de nutrientes para as plantas cultivadas, tendo em vista sua composição química.

Neste ensaio, as espécies utilizadas foram selecionadas em função de suas características ecológicas e silviculturais dentre as de ocorrência mais frequente na região da Mata Atlântica, conforme estudos citados por Martins e Guerrini (2001) e Silva e Guerrini (2001).

O objetivo deste trabalho, embora os do projeto sejam bem mais amplas, foi avaliar a eficiência do biossólido proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto de Jundiá como fornecedor de nutrientes para espécies florestais nativas da Mata Atlântica e a sua eficiência no desenvolvimento inicial dessas espécies.

A área experimental situa-se numa das fazendas da Cia. Suzano Bahia Sul de Papel e Celulose, na região de Itatinga-SP. A área é plana, com um solo extremamente arenoso (Neossolo Quartzarênico), degradado pela perda de sua camada superficial, por ser um antigo depósito de madeira. Houve necessidade de se fazer uma subsolagem, de forma cruzada, definida em função de um levantamento do nível de compactação realizado em março/2005, através de um Penetrógrafo, marca SoilControl, modelo SC-60.

Instalou-se o experimento com bordaduras simples em cada uma das parcelas, constituídas por 81 plantas (9 linhas com 9 plantas cada), sendo a área útil constituída pelas 49 plantas centrais. Totalizou-se 32 parcelas, pois o experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, contendo 8 tratamentos e 4 repetições. O espaçamento entre as plantas foi de 3m entre linhas e 2m entre plantas na linha. Cada parcela apresentou 384 m², perfazendo um total de 1,23 ha. As espécies utilizadas foram: Pioneiras: Pau-Viola (*Cytherexillum myrianthum*) - bordadura, Aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolius*) e Capixingui (*Croton floribundus*); Secundarias: Canafístula (*Peltophorum dubium*), Cedro rosa (*Cedrella fissilis*), Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) e Mutamba (*Guazuma ulmifolia*); Clímax: Jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii*). Todas as parcelas apresentaram a mesma distribuição e quantidade de mudas (8 mudas de cada Pioneira, 6 de cada Secundária e 3 de cada Clímax, além de 15 de cada Pioneira-Bordadura).

Tratamentos utilizados: Testemunha absoluta: sem lodo e sem adubo mineral; Adubação mineral: utilizada pela empresa; Suplementação com K; e doses de lodo variando de 2,5 a 20,0 t ha⁻¹ + suplementação com K. Estão sendo feitas, semestralmente, medições de altura (régua graduada-cm) e diâmetro (paquímetro digital-mm).

Com um ano de idade, os dados de altura e diâmetro foram analisados estatisticamente para cada espécie, em função dos tratamentos (Tabela 1, 2 e 3). Os tratamentos que melhor influenciaram no desenvolvimento, tanto em diâmetro quanto em altura, foram, de um modo geral, os de maiores doses de lodo (15 e 20 t.ha⁻¹).

De um modo geral, as parcelas cujas plantas estavam menos desenvolvidas foram aquelas que receberam somente adubação mineral e testemunha, provavelmente devido à deficiência de matéria orgânica do solo. As espécies mais responsivas aos tratamentos foram capixingui, canafístula e aroeira. O capixingui, mesmo sendo uma espécie secundária, se desenvolveu tão bem quanto a

canafístula e a aroeira que são espécies pioneiras, mostrando ser de fácil adaptação ao solo e clima da região, além de muito responsivo aos tratamentos com lodo de esgoto.

As espécies que menos responderam aos tratamentos foram copaíba, jequitibá e jatobá, conforme esperado, pois são espécies clímax de crescimento lento. O melhor tratamento para a aroeira em relação a altura foi aquele em que utilizou-se 15 t ha⁻¹ de lodo. A análise mostrou que o pior tratamento para o desenvolvimento desta espécie ocorreu nas parcelas testemunhas, em que não houve adição de nenhum nutriente.

Para a canafístula, percebe-se que o tratamento com 20 t ha⁻¹ foi o melhor para altura e que o tratamento testemunha também foi o que menos influenciou no crescimento das plantas, o que nos mostra que o lodo mesmo em baixas quantidades influencia positivamente no desenvolvimento das mudas. Para o angico destacou-se o tratamento com 20 t ha⁻¹, sendo que o que menos influenciou no crescimento foi o de 5 t ha⁻¹, enquanto que para o cedro, copaíba, jatobá e jequitibá não houve diferença significativa entre os tratamentos, em relação a altura.

Em relação ao diâmetro, os tratamentos que mais se destacaram na aroeira foram os de 15 e 20 t ha⁻¹, respectivamente, enquanto que para a mutamba, canafístula e o capixingui foi o de 20 t ha⁻¹. Já para o angico, cedro, copaíba, jatobá e jequitibá, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Pode-se observar, também, que para a maioria das espécies os melhores tratamentos não foram os mesmos para altura e diâmetro. Porém, isto não foi observado para as pioneiras canafístula e aroeira em que os melhores tratamentos, tanto para altura quanto para diâmetro, foram 15 e 20 t ha⁻¹, respectivamente.

O tratamento adubação mineral deixou de influenciar significativamente no desenvolvimento das espécies em relação à testemunha absoluta, talvez devido à sua rápida disponibilização de nutrientes no início do experimento, o que não acontece com o lodo que, além de os disponibilizar de forma lenta e homogênea, apresenta grande quantidade de matéria orgânica, um excelente condicionante do solo.

A análise de variância mostrou um coeficiente de variação experimental (CV%) para altura de 34,22% e para diâmetro 34,23%, no geral. Em relação ao coeficiente de variação obtido na avaliação anterior (com seis meses de idade), verifica-se que os erros experimentais diminuíram significativamente, indicando uma redução na variação genética individual entre as plantas e uma maior influência dos tratamentos aplicados.

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o capixingui é a espécie que mais respondeu aos tratamentos, seguido pelas espécies pioneiras que também estão respondendo de forma rápida e clara aos tratamentos. De uma forma geral, os tratamentos que estão influenciando, até o momento, de forma positiva para o desenvolvimento das espécies são aqueles com as maiores doses de lodo de esgoto, ou seja, com 15 e 20 t ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 1: Médias das diferenças de altura (cm) e diâmetro (mm) entre as medições inicial e com dose meses de idade, em função dos tratamentos aplicados em espécies pioneiras e uma secundária (canafístula).

Tratamentos	Aroeira		Capixingui		Canafístula	
	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro
Testemunha absoluta	58,04a	18,7a	133,3a	25,0a	74,7a	26,7a
Adubação mineral	79,6ab	24,7ab	116,9a	25,5a	80,5ab	30,2a
Suplementação com K	73,4ab	23,8ab	115,5a	22,9a	86,7ab	28,2a
2,5 t.ha ⁻¹ de lodo + K	73,5ab	22,7ab	143,3a	29,1a	94,5ab	31,5a
5,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	70,2ab	26,8ab	139,2a	27,8a	108,7ab	37,5a
10,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	78,7ab	26,9ab	141,1a	28,5a	93,0ab	26,5a
15,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	108,01b	33,5b	139,4a	32,6a	113,2ab	32,5a
20,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	107,3b	31,6b	150,9a	37,3a	117,2b	34,5a

Coeficiente de variação médio para altura: 34,22%, para o diâmetro: 34,23%

Tabela 2: Médias das diferenças de altura (cm) e diâmetro (mm) entre as medições inicial e com dose meses de idade, em função dos tratamentos aplicados em espécies secundárias.

Tratamentos	Cedro		Angico		Mutamba	
	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro
Testemunha absoluta	43,7a	10,2a	54,5ab	9,0a	45,7a	13,0a
Adubação mineral	20,0a	11,5a	53,0ab	10,25a	61,7a	22,5ab
Suplementação com K	27,0a	13,7a	38,5ab	5,75a	55,0a	15,2ab
2,5 t.ha ⁻¹ de lodo + K	43,0a	15,7a	46,5ab	7,5a	53,7a	16,7ab
5,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	21,7a	12,2a	28,5a	4,7a	57,5a	14,5ab
10,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	30,5a	11,5a	46,5ab	9,2a	58,5a	19,0ab
15,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	23,0a	14,0a	80,25b	8,5a	63,7a	19,7ab
20,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	29,5a	15,0a	59,0ab	10,0a	69,2a	25,7b

Coeficiente de variação médio para altura: 34,22%, para o diâmetro: 34,23%

Tabela 3: Médias das diferenças de altura (cm) e diâmetro (mm) entre as medições inicial e com dose meses de idade, em função dos tratamentos aplicados em espécies clímax.

Tratamentos	Jequitibá		Jatobá		Copaíba	
	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro	Altura	Diâmetro
Testemunha absoluta	1,3a	2,0a	15,9a	3,5a	12,6a	2,8a
Adubação mineral	16,2a	3,5a	15,1a	12,3a	10,7a	2,8a
Suplementação com K	43,3a	2,3a	15,9a	3,6a	12,3a	2,3a
2,5 t.ha ⁻¹ de lodo + K	19,4a	2,2a	16,8a	6,7a	17,6a	2,1a
5,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	9,0a	3,5a	13,1a	3,4a	22,9a	3,5a
10,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	11,7a	1,7a	12,9a	3,3a	10,9a	2,3a
15,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	13,0a	9,0a	26,1a	5,2a	19,9a	3,2a
20,0 t.ha ⁻¹ de lodo + K	8,33a	6,6a	19,3a	4,3a	23,0a	5,7a

Coefficiente de variação médio para altura: 34,22%, para o diâmetro: 34,23%

Referências Bibliográficas.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR – FUPEF; Campos: UENF. 1995. 451p

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2a. ed. Rio de Janeiro, 1997. 211p.

GONÇALVES, J.L.M.; RAIJ, B. van; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. p.247-259.

MALAVOLTA, E.; VITTI, E.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas (princípios e aplicações)**. 2 ed. Piracicaba : Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.

MARTINS, P.D.; GUERRINI, I.A. **Análise nutricional de algumas espécies nativas da Mata Atlântica: I. Espécies pioneiras e secundárias**. Botucatu: UNESP/FCA/ Depto. de Recursos Naturais/ Depto. de Ciências do Solo, 2001. 28p. (Relatório PIBIC/CNPq, dados não publicados).

RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas : IAC. 1983. 40p. (IAC, Boletim técnico, 81)

SILVA, C.S.; GUERRINI, I.A. **Análise nutricional de algumas espécies nativas da Mata Atlântica: II. Espécies clímax**. Botucatu: UNESP/FCA/ Depto. de Recursos Naturais/ Depto. de Ciências do Solo, 2001. 26p. (Relatório PIBIC/CNPq, dados não publicados).