

EFEITO RESIDUAL DO LODO DE ESGOTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS PARA REFLORESTAMENTO

Ronaldo de Castro Rieling^{1,2}, Rafael Zampar¹, Luis Pereira Navarrete^{1,2}, João Paulo da Silva¹

RESUMO

O crescimento dos grandes centros fez com que se buscassem soluções para o esgoto doméstico. O esgoto gerado nas cidades normalmente é encaminhado para uma estação de tratamento onde passa por um reator anaeróbico de lodo fluidizado (RALF). O lodo é removido para leitos de secagem, passando por processos de higienização eliminando protozoários e ovos de helmintos. O presente estudo teve por objetivo buscar um destino final para este lodo e um substrato de qualidade e baixo custo para produção de mudas de espécies nativas em viveiros florestais. O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR de março a julho de 2012, com o plantio de *Schinus terebinthifolius* e *Paraptadenia rigida*, espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual. Para tanto, utilizou-se de uma pesquisa quantitativa com análise da taxa de germinação em porcentagem de cada espécie em cada substrato e análise de variância unifatorial do crescimento das plântulas em milímetros, nos substratos: Bioplant, terra pura, 50% lodo e 50% terra e 100% lodo, obtido da estação de tratamento de esgoto da Companhia de Saneamento do Paraná no jardim Santa Cruz, Campo Mourão. Os melhores resultados de crescimento das plantas foram obtidos pelo substrato que utilizou 50% de lodo e 50% de terra, tendo resultados semelhantes aos alcançados com Bioplant.

Palavras-chave: *substratos alternativos; viveiros florestais; destinação de resíduos; sustentabilidade.*

RESIDUAL EFFECT OF SEWAGE SLUDGE IN SEEDLING PRODUCTION OF NATIVE SPECIES FOR REFORESTATION

ABSTRACT

The growth of large urban centers has raised the need to seek solutions to domestic sewage. The sewage generated in cities is usually sent to a sewage treatment plant where it goes through an anaerobic fluidized sludge reactor (AFSR). The sludge is removed to drying beds where it goes through a process of cleaning thus eliminating protozoa and helminth eggs. In this study we sought a final destination for the sludge and a quality, low-cost substrate for the production of native species in forest nurseries. The experiment was conducted in the nursery of Faculdade Integrado de Campo Mourão, March-July 2012, with the planting of *Schinus terebinthifolius* and *Paraptadenia rigida*, native species of the seasonal semideciduous forest. For this, a quantitative research with analysis of germination rate as a percentage of each species in each substrate and an analysis of univariate variance for seedling growth in millimeters were carried out. Four substrates were used: Bioplant, pure soil, 50% sludge and 50% soil and 100% sludge obtained from the sewage treatment plant of the Sanitation Company of Paraná in Jardim Santa Cruz, Campo Mourão. The best results to plant growth were obtained from the substrate which utilized 50% sludge and 50% soil, with similar results to those achieved by the Bioplant.

Keywords: *alternative substrates; nurseries; waste disposal; sustainable.*

¹ Pós Graduação em Gestão de Recursos Naturais, Faculdade Integrado de Campo Mourão - Paraná.

² Biosolus Consultoria e Planejamento Ambiental.



INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento dos grandes centros fez com que a sociedade buscasse uma maneira de solucionar o problema causado com o despejo do esgoto proveniente das residências nos rios, causando vários problemas ambientais (1).

No Estado do Paraná o esgoto é captado e levado para estações de tratamento de esgoto (ETEs) da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), onde passa por vários processos de tratamento, sendo um deles o reator anaeróbico de lodo fluidizado (RALF) com tecnologia desenvolvida pela SANEPAR (2).

O processo de tratamento de esgoto gera gases como o metano que pode ser captado e utilizado na produção de energia, e os efluentes que são conduzidos para um pós-tratamento utilizando represas para oxigenação da água (2).

O lodo excedente gerado no reator é removido periodicamente para leitos de secagem, depois o lodo passa por processos de higienização, entre eles a adição de cal virgem para torná-lo alcalino e eliminar os protozoários encistados e ovos de helmintos (2).

Dentre os microrganismos os ovos de helmintos são os que apresentam maior resistência de vida dentro do lodo de esgoto, e alguns ovos podem permanecer viáveis por até sete anos, quando em condições ideais (3). Esse fato representa um sério problema sanitário o que exige a desinfecção do resíduo para uma possível disposição segura, definitiva e sustentável (4).

O lodo de esgoto tem sido estudado como fertilizante na produção de várias culturas dentre elas o milho, mostrando resultados positivos em sua aplicação (5,6). As propriedades do lodo são semelhantes aos demais adubos orgânicos comumente usados na agricultura, como os esterco de suínos, bovinos e avícolas, contudo no Paraná, por questão de segurança sanitária, não se recomenda o uso desse material na horticultura e para cultivo de produtos consumidos crus (2).

O presente estudo é justificado, por fazer um diagnóstico que permita levantar dados básicos que servirão para avaliar e

planejar a possibilidade de utilizar o lodo fluidizado de uma estação de tratamento de esgoto da SANEPAR, como fertilizante na produção de mudas de árvores nativas.

Considerando o exposto, este estudo buscou atender à crescente demanda por alternativas de destinação final do lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto, e a necessidade de obter substrato de boa qualidade e custos reduzidos para a produção de mudas de espécies nativas em viveiros e também a utilização do mesmo na jardinagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento

Como metodologia de pesquisa utilizou-se uma abordagem quantitativa com análise da taxa de germinação em porcentagem de cada espécie em cada substrato e análise estatística da variância unifatorial do crescimento das plântulas em milímetros.

O experimento foi conduzido na estufa do viveiro de mudas da Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR, no período de 28 de março a 28 de julho de 2012, com o plantio de duas espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual:

Schinus terebinthifolius Raddi

Conhecida popularmente como aroeira-mansa, ou aroeira-pimenteira, na fase adulta pode atingir de 5-10 metros de altura, apresentando tronco revestido de casca grossa de 30-60 centímetros de diâmetro, é uma espécie perenifólia, heliófita e pioneira comum em beiras de rios. Na produção de mudas a emergência ocorre entre 10-15 dias e a taxa de germinação é superior a 50% (7).

Paraptadenia rigida (Benth.) Brenan

Também conhecida como angico ou gurucaia é uma planta pioneira, decídua, heliófita e seletiva higrófila, sendo mais comum em formações secundárias como capoeiras e áreas abertas. Seu desenvolvimento é considerado bastante rápido, ultrapassando 2,5 metros de altura aos dois anos de idade podendo alcançar 8 a 20 metros, copa arredondada e densa, tronco ereto e cilíndrico de 40-60 centímetros de diâmetro, com casca suberosa e acinzentada. A emergência ocorre em 1-2 semanas e a taxa

de germinação geralmente é superior a 90% (7).

Para o plantio foram utilizados quatro substratos diferentes:

Tratamento 1: Bioplant: um substrato comercial.

Tratamento 2: Terra pura, sem adição de adubo, retirada do campus da Faculdade Integrado de Campo Mourão.

Tratamento 3: 50% lodo e 50% terra.

Tratamento 4: 100% lodo, obtido na estação de tratamento de esgoto da Companhia de Saneamento do Paraná, no jardim Santa Cruz, Campo Mourão.

Os substratos foram dispostos em tubetes e os mesmos colocados em bandejas, que por sua vez foram depositadas em estufas cobertas por tela de sombreamento 50%. Para cada substrato foram plantadas 40 sementes de *S. terebinthifolius* e 40 de *P. rigida*. Após plantio, foi realizada rega automática por aspersores com duração de 10 minutos diários no período vespertino.

Análise de dados

Foram avaliadas as taxas de germinação (em porcentagem) de cada

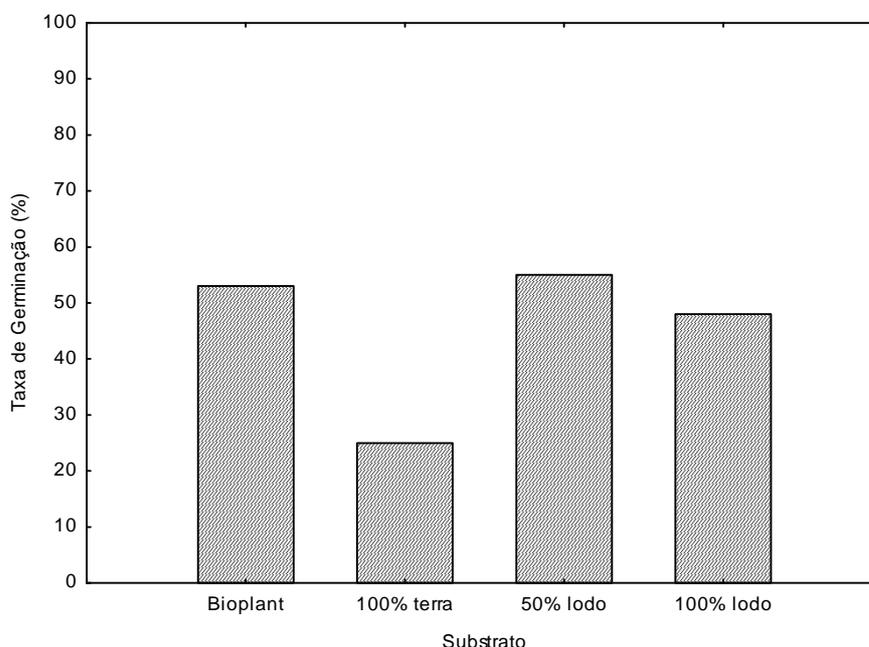


Figura 1. Taxa de germinação das sementes de *Schinus terebinthifolius* em estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento.

As taxas de germinação de *S. terebinthifolius* obtidas neste estudo foram inferiores àquelas obtidas com germinador de

espécie em cada substrato e para aquelas que germinaram foram feitas medidas da altura total mensalmente entre os meses de maio a julho, totalizando-se três meses.

Os dados de altura das plântulas em milímetros foram tabulados em arquivo de planilha eletrônica. Para verificar se houve diferença estatística no crescimento das espécies entre os diferentes substratos os dados foram submetidos a análise de variância unifatorial, cujas diferenças entre os substratos foram avaliadas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxas de germinação

Com relação à taxa de germinação de *S. terebinthifolius* o substrato que obteve o melhor resultado foi aquele que continha 50% lodo e 50% terra com 55% de germinação. Com o uso de Bioplant, a taxa de germinação foi de 52,5%. Usando lodo 100% as taxas de germinação foram 47,5%. Quando utilizado apenas terra houve apenas 25% de germinação para *S. terebinthifolius* (Figura 1).

sala que chegaram a 65%, após as sementes permanecerem 360 dias em câmara fria (8).

Já se comparado com o estudo conduzido por Vidal (9), os resultados do presente estudo foram maiores que as taxas de germinação em iluminação com luz plena e luz vermelha extrema de 35% e 32% respectivamente e de 26% de germinação para ausência de luz, com substrato de areia. Isso permite constatar que a taxa de germinação de *S. terebinthifolius* com lodo, se enquadra nas expectativas previstas na

literatura especializada como sendo superiores a 50% (7).

As taxas de germinação obtidas para *P. rigida* foram mais altas para todos os substratos, tendo apresentado 90% de germinação com Bioplant, 80% com o substrato 100% lodo, 77,5% com o substrato com 50% lodo e 50% terra e 75% para 100% terra (Figura 2).

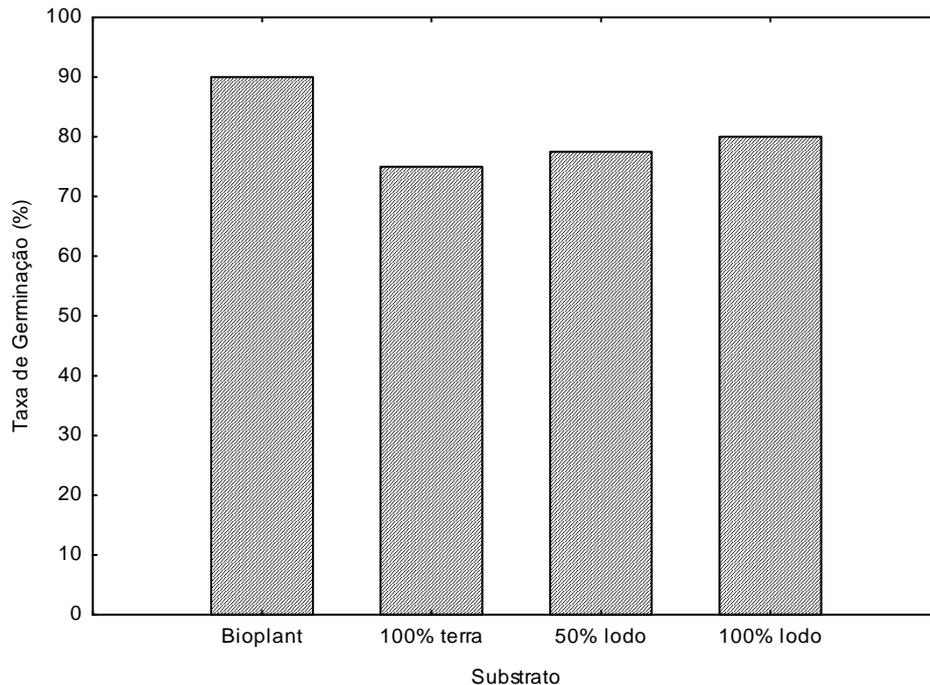


Figura 2. Taxa de germinação das sementes de *Parapiptadenia rigida* em estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento.

Comparando as taxas de germinação de *P. rigida* encontradas neste estudo com experimento que utilizou vermiculita em germinador a 25°C, e obteve taxa de germinação de 96%, os dados são inferiores (10).

Já em experimento de germinação após 12 meses em câmara fria em embalagem de polietileno, a taxa de germinação inicial de 82,7% reduziu-se para 46,0% (11). Desta forma os dados obtidos neste estudo corroboram as altas taxas de germinação previstas na literatura especializada (7).

Crescimento inicial

Com relação ao crescimento das plantas a análise de variância mostrou diferenças significativas no crescimento de ambas as espécies ($F=17,42$, $p<0,001$ para *S. terebinthifolius* e $F=2,767$, $p=0,0447$ para *P. rigida*).

De acordo com a análise, o crescimento de *S. terebinthifolius* utilizando lodo 50% foi significativamente maior que utilizando lodo 100% e terra 100% e semelhante ao crescimento utilizando Bioplant, o que mostra que o substrato com 50% lodo pode ter resultados semelhantes ao comercial (Figuras 3 e 4).

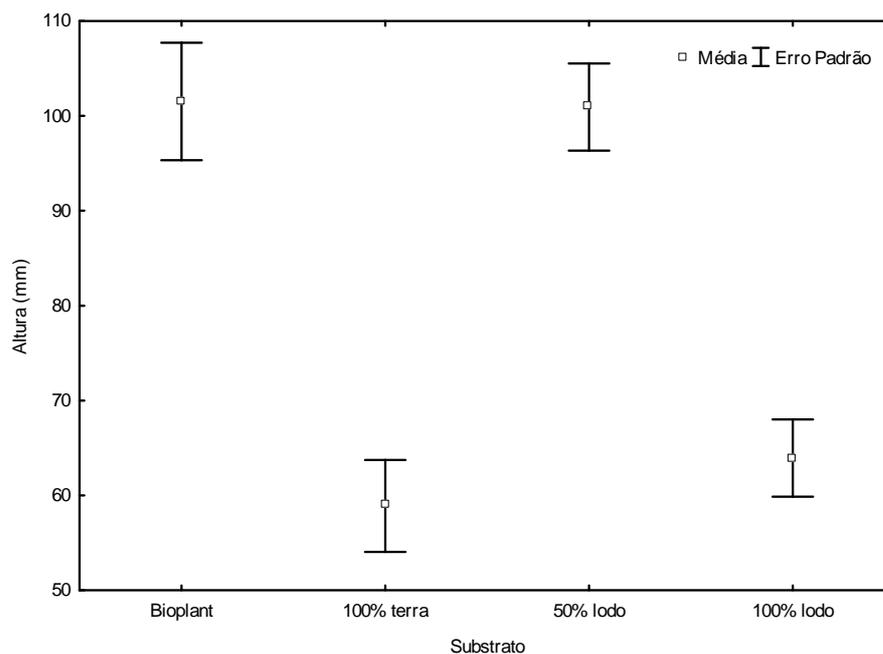


Figura 3. Crescimento médio das plântulas de *Schinus terebinthifolius* plantada sem estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento.

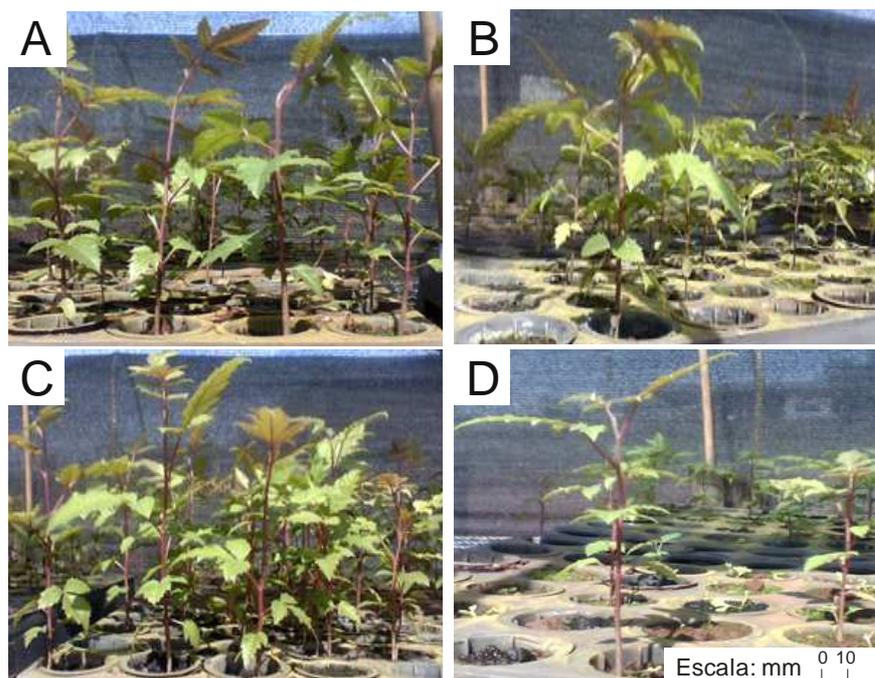


Figura 4. Fotografias das plântulas de *Schinus terebinthifolius* plantadas em estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento. A: Lodo 50%; B: Lodo 100%; C: Bioplant; D: Terra 100%.

Experimentos com *S. terebinthifolius* em casa de vegetação utilizando diferentes tipos de substratos resultaram em crescimento semelhante ao obtido neste experimento mostrando que o uso do lodo como substrato alternativo é aceitável (12, 13).

Com relação ao crescimento de *P. rigida*, o melhor resultado também foi obtido com o substrato 50% lodo cujos resultados foram significativamente melhores que os obtidos para os substratos Bioplant e 100%

terra. Não houve diferença significativa do tratamento com o substrato 100% lodo para os demais (Figuras 5 e 6).

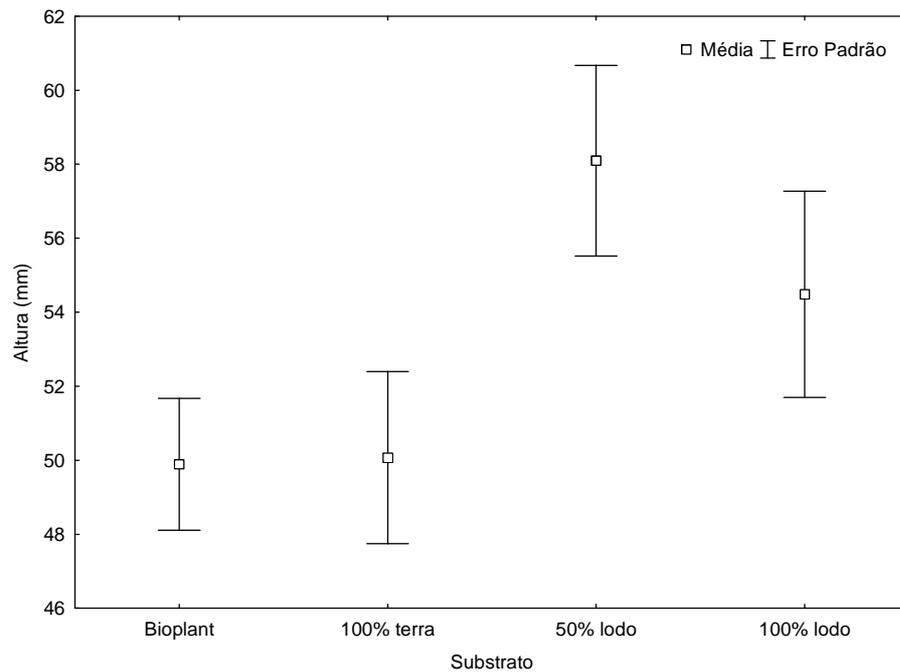


Figura 5. Crescimento médio das plântulas de *Parapiptadenia rigida* plantadas em estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento.

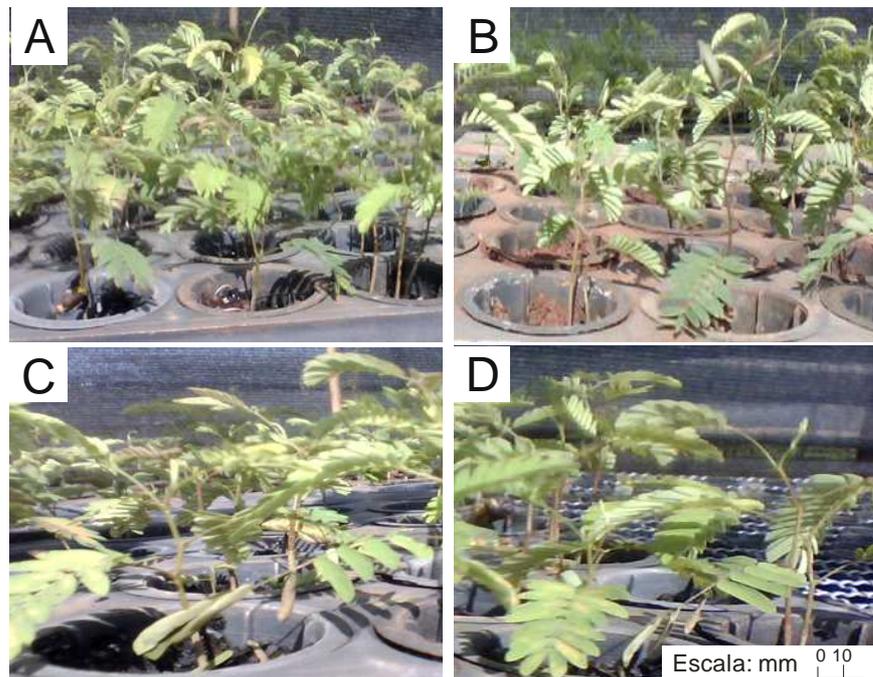


Figura 6. Fotografias das plântulas de *Parapiptadenia rigida* plantadas em estufa sob 50% de incidência luminosa nos diferentes substratos testados no experimento. A: Bioplant; B: Terra 100%; C: Lodo 50%; D: Lodo 100%.

Em experimento com *P. rigida*, utilizando substrato de terra de mato franco-argilosa de coloração verde e com luminosidade de 15% propiciada por tela de sombreamento

após 177 dias da sementeira, as mudas alcançaram 116 milímetros (14).

Scheer et al. (15) conduziram experimento com a mesma espécie durante sete meses. Os resultados foram de 361 mm para o substrato de duas partes de resíduos de podas de árvores trituradas compostadas e

uma parte de lodo, 304 mm para três partes de resíduos de podas e uma parte de lodo, e 92 mm para o substrato comercial de casca de Pinus (*Pinus* sp) compostada e vermiculita (15).

Com relação ao crescimento médio das espécies os dados mostraram que o uso de lodo de esgoto como substrato é tão eficiente na produção de mudas nativas, quanto o substrato comercial, tanto para *S. terebinthifolius* como para *P. rigida*, sendo que os melhores tratamentos foram os que utilizaram lodo 50%.

Grandes quantidades de Nitrogênio (N) são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento, e por isso a ausência desse nutriente leva a uma redução do crescimento, sendo o lodo de esgoto rico em N, isto o torna apto a substituir com vantagens o substrato comercial.

Porém o N em demasia em substratos alcalinos sofre processo de volatilização e pode deteriorar o embrião da semente ou causar a senescência da planta por saturação (16), este fato deve ser levado em consideração uma vez que o lodo fluidizado possui altas concentrações de N e para sua higienização é elevado seu pH com a adição de cal virgem (2).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de lodo de esgoto e terra, nas proporções de 50-50 constitui uma alternativa viável para a produção de mudas de espécies florestais, oferecendo uma destinação correta ao resíduo do tratamento de esgoto, que se demonstra como ótima fonte de nutrientes para as plantas.

AGRADECIMENTOS

O Os autores agradecem as valiosas contribuições no manuscrito dadas por Leandro Parussolo, Lisandra Almeida Lisovski, Aparecida da Penha dos Santos e aos revisores que fizeram a avaliação do mesmo. Agradecemos também à Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR pela oportunidade de desenvolvimento do trabalho e à Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) pelo apoio.

Rafael Zampar

Endereço para correspondência: Rodovia BR 158, KM 207,
CEP: 87300-970, Fone: 44 3518-2500 E-mail:
rzampar@grupointegrado.br

Recebido em 08/11/2012

Revisado em 05/08/2013

Aceito em 26/08/2013

REFERÊNCIAS

- (1) VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- (2) SANEPAR. **Manual técnico para utilização agrícola do lodo de esgoto no Paraná**. Curitiba, Impresna1997. 96p.
- (3) CARRIJO J. R.; BIONDI G. F. Levantamento de ovos de helmintos em lodo de esgoto oriundo de Campo Grande (MS) após tratamento anaeróbico. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 207-211, jan./mar. 2007.
- (4) ANDREOLI C. V.; BONNET B. R. P. **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto**. Curitiba: Sanepar, 2000.
- (5) LOURENÇO, R.S.; ANJOS, A.R.M. & MEDRADO, M.J.S. Efeito do lodo de esgoto na produtividade de milho e feijão no sistema de produção de bracinga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25, Viçosa, MG, 1995. **Anais**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.2273-2275.
- (6) BISCAIA, R.C.M. & MIRANDA, G.M. **Uso de lodo de esgoto calado na produção de milho**. Sanare, Curitiba, v. 5, p. 86-89, 1996.
- (7) LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v 3. 1 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Platarum, 2009.
- (8) MEDEIROS, A.C. de S.; ZANON, A. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* RADDI). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p.11-20, jan./jun. 1998.
- (9) VIDAL, A. R. S. **Ação da Qualidade da Luz na Germinação de Sementes de Espécies Arbóreas**. 2009. 13f. Dissertação (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.
- (10) MONDO, V. H. V.; BRANCALION, P. H. S.; CICERO, S. M.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; NETO, D. D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN (FABACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, n 2, p.177-183, 2008.
- (11) FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. A. Conservação de sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 36, p.5-10, jan./jun. 1998.
- (12) PAIVA, A. V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 499-511, dez. 2009.
- (13) ABRAHAO NOBREGA, R. S. A.; VILAS BOAS, R. C.; AZEVEDO NOBREGA, C.; de PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.239-246, 2007.
- (14) FARIAS, J. A.; HOPPE, J. M.; VIVIAN, J. A. C. Comportamento de mudas de

Parapiptadenia rigida (BENT) BRENAN, submetidas a diferentes índices de luminosidade e em função de diferentes dimensões de recipientes. **Caderno de Pesquisa Série. Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 2, p. 69-80, jul./dez. 2005.

(15) SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 637-644, dez. 2010.

(16) SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P. L.; Desenvolvimento inicial do milho em função de doses e fontes de nitrogênio aplicadas na semeadura: **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22. n.4, p. 53-58,dez. 2009.