

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico
Mendes de Conservação da Biodiversidade - PIBIC/ICMBio**

**Relatório Final
(2016-2017)**

**AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE
PLANTAS NATIVAS DO CERRADO EM SOLO TRATADO COM
LODO DE ESGOTO E PODA DE ÁRVORES**

Thauany Pires dos Santos

Orientador(a): Alexandre Bonesso Sampaio

Resumo

Nas áreas urbanas e periurbanas, as áreas de empréstimo representam um exemplo muito comum de áreas degradadas. Nos grandes centros urbanos, são frequentes os problemas de destinação adequada dos resíduos sólidos provenientes dos serviços de limpeza urbana. O lodo de esgoto, oriundo do tratamento das águas servidas, e os resíduos vegetais, provenientes da poda de árvores urbanas, podem constituir um substrato promissor para o desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas em áreas degradadas. O presente trabalho avaliou a sobrevivência e o crescimento após dois anos de estabelecimento de mudas de espécies florestais e savânicas nativas do Cerrado, em tratamentos com diferentes dosagens de lodo e de resíduos de poda estabelecidos em área de empréstimo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove tratamentos e três réplicas de cada tratamento, totalizando 27 parcelas experimentais. Foram testados os efeitos de três níveis (doses) dos dois fatores (Lodo - L e Poda - P): L0P0 (controle); L0P1 (122,5 Mg.ha⁻¹ de poda); L0P2 (245 Mg.ha⁻¹ de poda); L1P0 (270 m³.ha⁻¹ de lodo); L1P1; L1P2; L2P0 (1.080 m³.ha⁻¹ de lodo); L2P1; e L2P2. Em cada parcela foram plantadas aleatoriamente 60 mudas (6 indivíduos por espécie) de cada uma das 10 espécies testadas. A maioria das espécies de formações florestais do Cerrado (*Senegalia polyphylla*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, *Sterculia striata*, *Anadenanthera colubrina* e *Tabebuia impetiginosa*) apresentaram alto percentual de sobrevivência e considerável crescimento nos tratamentos constituídos por dosagens combinadas dos resíduos e/ou constituídos somente por dosagens de lodo. Espécies de formações savânicas (*Alibertia edulis*, *Alibertia sessilis* e *Tabebuia aurea*) apresentaram baixo crescimento em altura em todos os tratamentos testados. Plantas de *T. aurea* apresentaram os menores percentuais de sobrevivência no experimento. O uso de espécies florestais do Cerrado para a revegetação de área de empréstimo urbana, em tratamentos constituídos por biossólido e resíduos de poda, apresentou resultados satisfatórios.

Palavras-chave: resíduos urbanos; área de cascalheira; restauração.

Abstract

In urban and peri-urban areas, lending areas represent a very common example of degraded areas. In large urban centers, problems of proper disposal of solid waste from urban cleaning services are frequent. Sewage sludge from sewage treatment and plant residues from pruning of urban trees may be a promising substrate for the development of tree species changes in degraded areas. The present work evaluated the survival and growth after two years of establishment of seedlings of native forest and savanna species of the Cerrado, in treatments with different dosages of sludge and pruning residues established in the loan area. The experimental design was a randomized complete block with nine treatments and three replicates of each treatment, totaling 27 experimental plots. The effects of three levels (doses) of the two factors (Lodo - L and Poda - P) were tested: LOP0 (control); LOP1 (122.5 Mg.ha⁻¹ pruning); LOP2 (245 Mg.ha⁻¹ pruning); L1P0 (270 m³.ha⁻¹ of sludge); L1P1; L1P2; L2P0 (1080 m³.ha⁻¹ of sludge); L2P1; And L2P2. In each plot 60 seedlings (6 individuals per species) were randomly planted from each of the 10 species tested. Most species of forest formations of the Cerrado (*Senegalia polyphylla*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, *Sterculia striata*, *Anadenanthera colubrina* and *Tabebuia impetiginosa*) presented a high percentage of survival and considerable growth in the treatments consisting of combined dosages of the residues and / or constituted only by Dosages of sludge. Species of savanna formations (*Alibertia edulis*, *Alibertia sessilis* and *Tabebuia aurea*) presented low growth in height in all treatments tested. Plants of *T. aurea* presented the lowest percentages of survival in the experiment. The use of forest species of the Cerrado for the revegetation of urban loan area, in treatments constituted by biosolids and pruning residues, presented satisfactory results.

Key words: urban waste; gravel area; restoration

Lista de Figuras, Quadros, Tabelas, Abreviaturas, Siglas e Símbolos.

Figura 1 - Sobrevivência em dezembro de 2016 das espécies plantadas (mudas) após aplicação de lodo de esgoto e poda de árvore (Mar/2014) na área da cascalheira da RFFSA, Brasília, DF

Figura 2 - Altura dos indivíduos em dezembro de 2016 após aplicação de lodo de esgoto e poda de árvore (Mar/2014) na área da cascalheira da RFFSA, Brasília, DF.

Sumário

1. Introdução	5
2. Objetivo	6
3. Materiais e Métodos	6
4. Resultados	8
5. Discussão e Conclusão	11
6. Recomendações para manejo	12
7. Agradecimentos	13
8. Citações e referências bibliográficas	13

1. Introdução

Em ambientes urbanos e periurbanos, geralmente estão localizadas áreas degradadas resultantes de atividades de mineração. Áreas de empréstimo são áreas mineradas caracterizadas pela retirada de horizontes de solos para a utilização em pavimentação e/ou aterros (Alves & Souza, 2008). Segundo Corrêa et al. (2004b), existe no Distrito Federal 3.419 hectares de áreas exploradas, o que corresponde a 0,6% do território da capital, incluso nesta porcentagem está a cascalheira da antiga rodoferroviária brasiliense.

A incorporação de fontes de matéria orgânica (camada superficial do solo – *topsoil*, lodo de esgoto e outros resíduos) no substrato remanescente constitui técnica de recuperação de áreas mineradas (Bradshaw 1997; Paschke et. al. 2005; Ferreira et al. 2015).

Além das áreas de cascalheiras há outros problemas urbanos, como os resíduos sólidos. Os resíduos sólidos urbanos no Brasil estão estimados em 100 milhões de t/ano, incluindo os materiais chamados de lixo e o resíduo gerado no tratamento de esgoto, denominado lodo de esgoto (Bettiol & Camargo, 2006). Lodo de esgoto é um resíduo oriundo do tratamento de esgoto, sua composição pode variar dependendo do tratamento adotado, contudo alguns níveis podem ser estimados, como exemplo sabe-se que o lodo de esgoto possui significativas concentrações de matéria orgânica (40 – 68 %), Nitrogênio (< 0,1 – 17,6%) e Fósforo (<0,1 – 14,6%) (Côrrea, 2005), e que o lodo tratado, também chamado de bio-sólido, apresenta nutrientes orgânicos e inorgânicos (Hart et. al. 1988; Sigh & Agrawal, 2008) com potencial para recuperar solos degradados (Maia, 2003). Os resíduos vegetais, quando na forma de cavacos triturados (material fibroso com alto teor de lignina), apresentam decomposição lenta (Fialho et al. 2005) e conservam a umidade em covas de plantio de mudas de espécies arbóreas (Bradshaw & Chadwick, 1980).

Desde que atendidas condições sanitárias e normas de concentrações de metais pesados (WEF 1993; Conama 2006), as principais limitações para a destinação ambiental adequada de resíduos sólidos urbanos serão os custos com transportes (Daskalopoulos 1998). A distância máxima, economicamente viável, no transporte do

lodo de uma Estação de Tratamentos de Esgotos até o local de destinação, deve representar custos inferiores aos gastos previstos com fertilizantes minerais (Silva et al. 2002; Sugimoto 2005). Nesse sentido, áreas de empréstimo, localizadas no ambiente urbano e periurbano, constituem opções promissoras para o recebimento de resíduos sólidos urbanos visando à recuperação ambiental.

A poda de árvore é um resíduo urbano que apesar de apresentar baixo potencial poluidor é gerada em grandes quantidades, dificultando a destinação final (Fraga, 2016) e é um resíduo tido como um bom agente para recuperação de área degradada sendo fonte de lignina, Carbono e celulose (Fialho et al, 2007).

A incorporação de lodo de esgoto e de poda de árvores ao substrato remanescente, em áreas de empréstimo no Cerrado, pode promover o crescimento de mudas de espécies arbóreas (Pinheiro et al. 2005; Torres et al. 2005). Diversos estudos atestaram os benefícios da utilização do lodo e dos resíduos de poda para o desenvolvimento de espécies vegetais (Tauk 1990; Reis et al. 2000; Corrêa & Mélo Filho 2004; Corrêa et al. 2010). No entanto, informações sobre o monitoramento ou sobre os efeitos desses resíduos no desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado são escassos.

Nesse contexto, este trabalho avalia a sobrevivência e o crescimento de espécies arbóreas florestais e savânicas nativas do Cerrado em tratamento com diferentes dosagens de lodo de esgoto e poda de árvores, em área de empréstimo.

2. Objetivos

O objetivo do trabalho é acompanhar a sobrevivência e o crescimento de espécies nativas do Cerrado dois anos após terem sido instaladas em parcelas contendo diferentes tratamentos de lodo de esgoto e poda de árvore.

3. Material e Métodos

Para o presente estudo foi realizado um experimento testando diferentes concentrações de lodo de esgoto combinado com material vegetal triturado oriundo da poda de árvores. No experimento, foi utilizado lodo base úmida disponibilizado pela Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília - CAESB e poda de árvores, disponibilizada pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil - Novacap.

Para a definição das dosagens de lodo partiu-se da dose recomendada pela Caesb ($540 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), aplicando-se o dobro ($1080 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) e a metade correspondente ($270 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Para as dosagens de poda foi verificada a capacidade máxima de incorporação do cavaco no solo da cascalheira ($245 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e a metade ($122,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Cada parcela ocupa uma área de 100 m^2 (5×20) constituindo nove tratamentos : T1 (L0P0) - controle; T2 (L0P1) - poda parcial ($122,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$); T3 (L0P2) - poda total ($245 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$); T4 (L1P0) - lodo parcial ($270 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$); T5 (L1P1) - lodo parcial + poda parcial; T6 (L1P2) - lodo parcial + poda total; T7 (L2P0) - lodo total ($1080 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$); T8 (L2P1) - lodo total + poda parcial; e T9 (L2P2) lodo total + poda total. Foi utilizado o delineamento fatorial em blocos casualizados, com três repetições/tratamento, total de 27 parcelas. Em março de 2014, foram plantadas 10 espécies diferentes de mudas nativas do Cerrado, em cada parcela foi plantado 6 mudas de cada espécie, totalizando 60 mudas por parcela. As espécies são: *Schinus terebinthifolius*, *Handroanthus impetiginosus*, *Tabebuia aurea*, *Copaifera langsdorffii*, *Peltophorum dubium*, *Anadenanthera colubrina*, *Senegalia polyphylla*, *Sterculia striata*, *Alibertia edulis* e *Alibertia sessilis*.

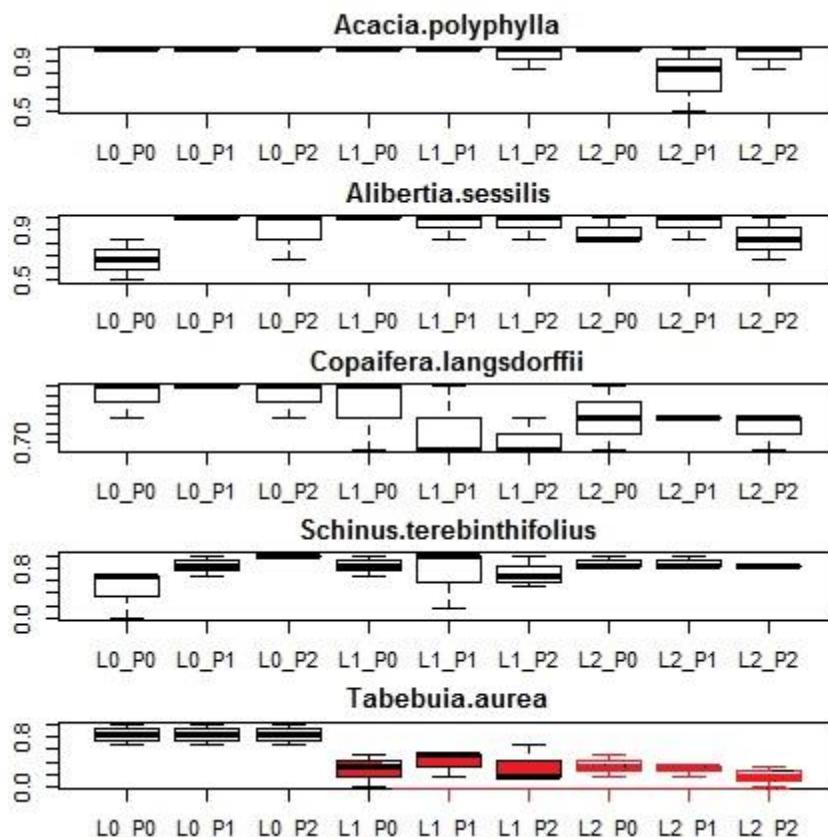
A escolha das espécies considerou estudos que demonstram que espécies nativas são as mais indicadas para recuperação de áreas, pois já são adaptadas com o clima, solo e fauna local, além de serem economicamente mais viáveis (ANDRADE et al., 2002; PEREIRA & RODRIGUES, 2012). Neste contexto, foram escolhidas as dez espécies a serem utilizadas no presente estudo, considerando que as mesmas são nativas e comumente usadas em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Em dezembro de 2016, foi verificada a sobrevivência e medida a altura das plantas. A Figura 1 apresenta a sobrevivência das espécies, os dados foram analisados pelo Modelo Linear Generalizado (GLM, sigla em inglês) com distribuição quasi binomial. A Figura 2 apresenta a altura dos indivíduos após dois anos do plantio de mudas, os dados foram analisados por GLM para comparar a respostas das espécies em relação ao tratamento, foi utilizada distribuição gamma. Para a medição da altura foi utilizada uma haste graduada em centímetros.

4.Resultados

Em dezembro de 2016, quase três anos depois do plantio das mudas, foi verificada a sobrevivência das espécies. A espécie *Tabebuia aurea* apresentou sobrevivência menor que 50% (Figura 1), essa espécie já apresentava baixo percentual de sobrevivência, após 610 dias do plantio seu percentual era de 75% (Fraga, 2016). Não houve diferenças significativas na sobrevivência de nenhuma das espécies estudadas em resposta aos tratamentos.

As espécies de formações florestais do Cerrado apresentaram as maiores alturas do experimento aos 1000 dias após o plantio (Figura 1). A espécie *Senegalia polyphylla* apresentou altura média superior a 4 metros nos tratamentos com dosagem totais de lodo (L2) (Figura 2). *Peltophorum dubim* apresentou altura média maior que 3 metros nos tratamentos com dosagens parciais de lodo (L1) e superior a 4 metros nos tratamentos L2 (Figura 2). *Schinus terebinthifolius* apresentou altura média maior que 2,50 metros nos tratamentos L1 superior a 2,80 nos tratamentos L2 (Figura 2). A *Copaifera langsdorffii* apresentou baixo crescimento em altura após 1000 dias de plantio, poucos indivíduos da espécie alcançaram 1,00 metro nos tratamentos testados, apenas no tratamento L1P0 essa média em altura foi superada. (Figura 2)



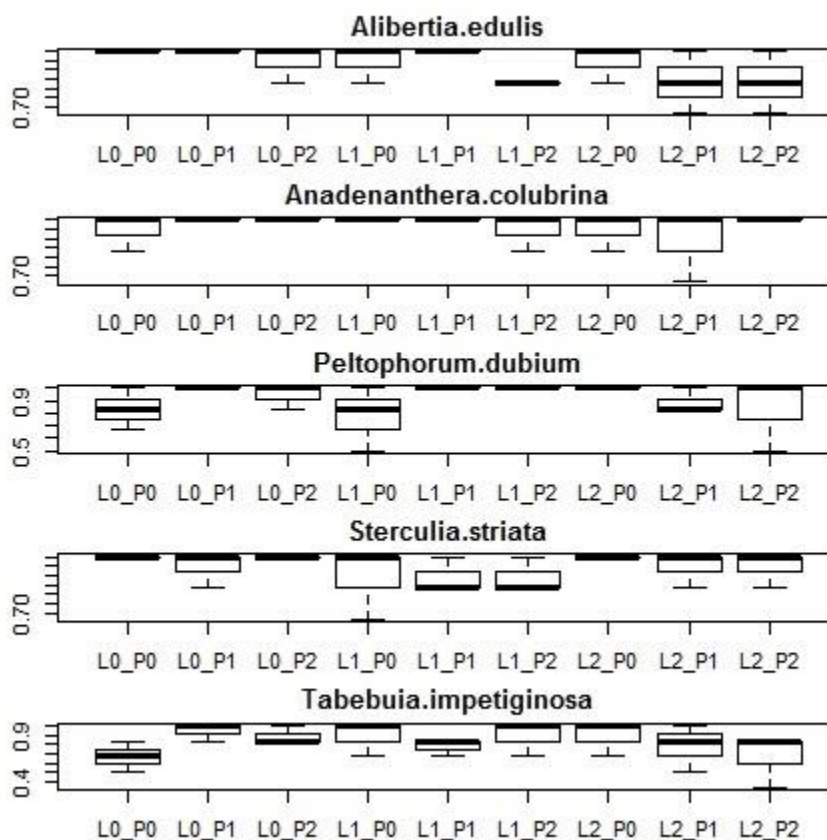
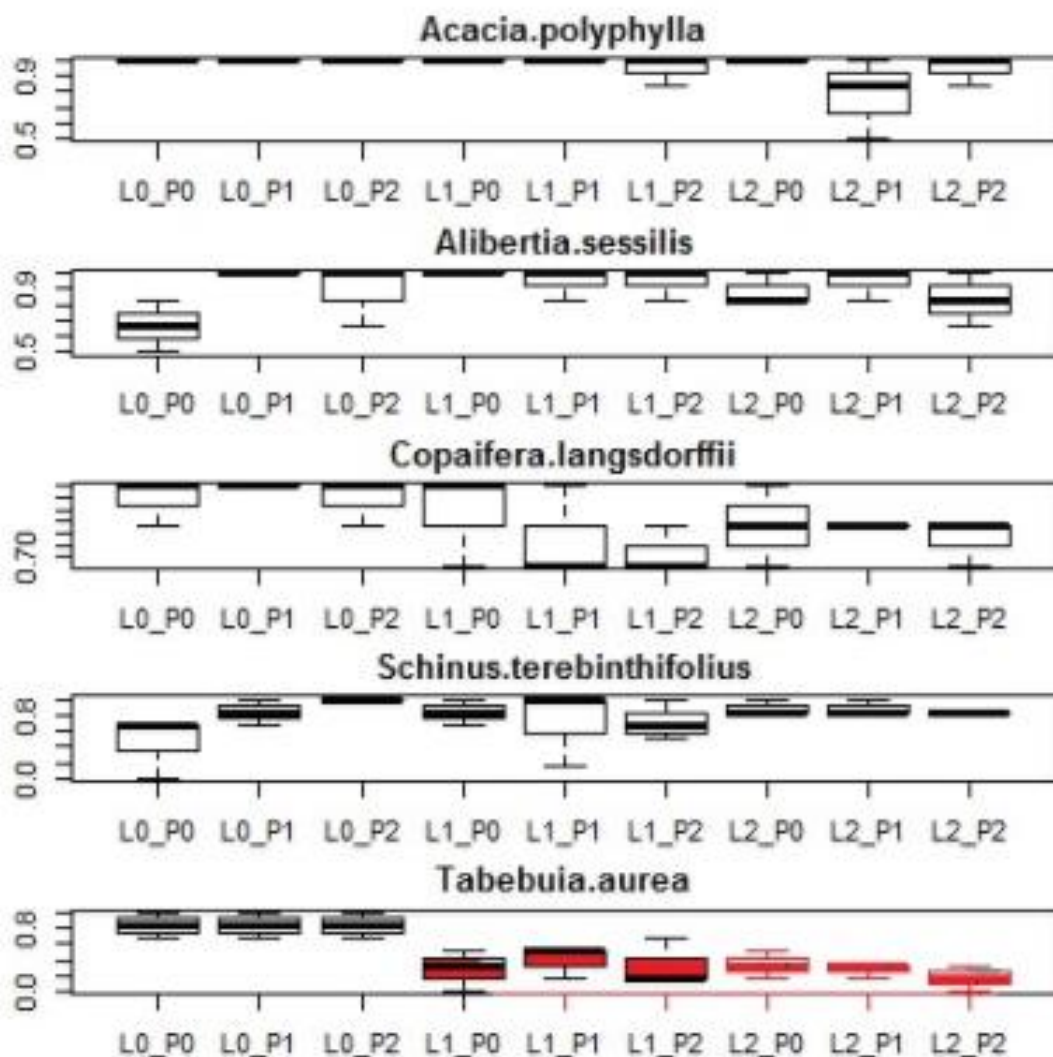


Figura 1 - Sobrevivência em dezembro de 2016 das espécies plantadas (mudas) após aplicação de lodo de esgoto e poda de árvore (Mar/2014) na área da cascalheira da RFFSA, Brasília, DF. Em vermelho os tratamentos diferentes estatisticamente do controle.

Apenas para *Schinus terebenthifolius*, não houve diferença significativa da altura dos indivíduos em dezembro de 2016 (3ª estação chuvosa) entre os tratamentos estudados. A altura dos indivíduos no tratamento controle (L0P0) foi menor em todas as espécies exceto para *Schinus terebenthifolius*. Para as demais espécies, houve uma tendência a maior altura dos indivíduos em resposta a maiores doses de lodo de esgoto, especialmente nos tratamentos que combinam lodo de esgoto com poda de árvores (L2P1 e L2P2). Algumas espécies características de formações savânicas, no entanto, apresentaram altura significativamente maior em tratamentos com menores dosagens de lodo. Por exemplo, os indivíduos de *Alibertia edulis* apresentaram maiores alturas no tratamento L0P1 em comparação aos demais tratamentos. Os indivíduos de *Copaifera langsdorffii* estavam maiores nos tratamentos L0P1 e L1P0 em comparação com os tratamentos com duas doses de lodo e poda (L2P2).

Espécies de formações savânicas do Cerrado, *Alibertia edulis*, *Alibertia sessilis* e *Tabebuia aurea* (Figura 2) apresentaram o menor desenvolvimento em altura entre as espécies testadas.



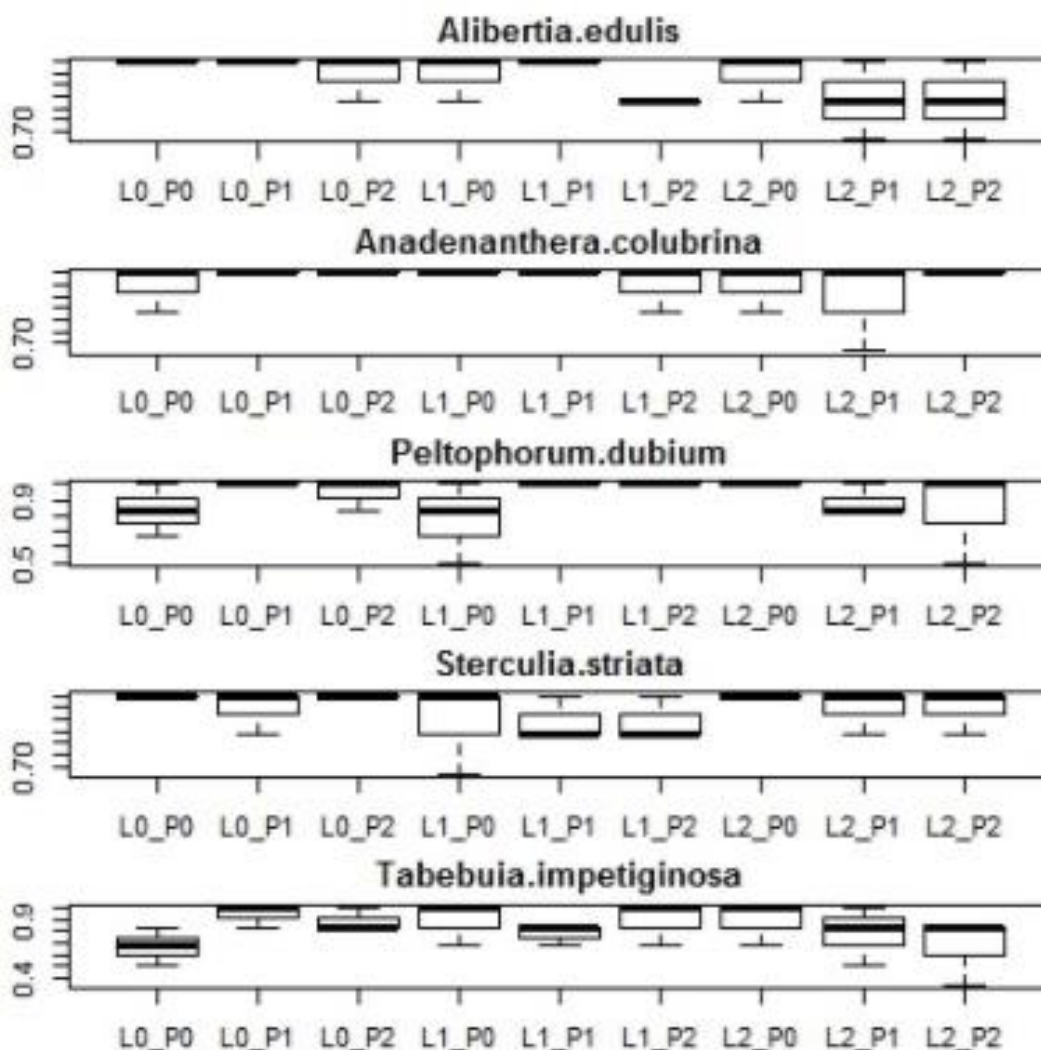


Figura 02 – Altura dos indivíduos em dezembro de 2016 após aplicação de lodo de esgoto e poda de árvore (Mar/2014) na área da cascalheira da RFFSA, Brasília, DF. Em vermelho os tratamentos diferentes estatisticamente do controle.

5. Discussão e Conclusões

Melhorias nas condições de fertilidade do substrato remanescente, em área de empréstimo urbana, permitiram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial de mudas de espécies arbóreas nativas do Cerrado. As plantas de formação florestal, *Senegalia Polyphyla*, *Peltophorum dubium* e *Schinus terebinthifolius*, apresentaram as maiores alturas em 1000 dias de experimento, isso se deve ao fato que essas espécies são pioneiras heliófitas e apresentam, na fase inicial de crescimento, maior capacidade de absorção de nutrientes do que outras espécies (Vitousek 1984; Furtini Neto et al. 1999).

O lento crescimento da *Copaifera langsdorffii*, espécie de ambiente savânico e florestal, era previsto, pois em alguns trabalhos (Duboc & Guerrini 2009; Sampaio 2010) é citado o seu desenvolvimento muito lento em campo. Contudo, Lorenzi (1992) cita que o crescimento dessa espécie por ano pode ser de até 2,00 metros aos dois anos de idade no campo, o que está abaixo da altura medida aos 1000 dias de plantio. *Sterculia striata* apresentou considerável incremento em altura entre as medições realizadas em junho de 2015 e dezembro de 2016. A espécie apresentou altura média superior a 1,60 metros no tratamento L2. Esse desenvolvimento da *S. striata*, observado depois de decorridos 33 meses do plantio, pode indicar a liberação lenta de nutrientes por parte dos resíduos (Hart et al. 1988; Maia 2003) ou uma ocorrência de ciclagem de nutrientes na área experimental.

O pouco desenvolvimento em altura das espécies savânicas no experimento se deve ao fato de que essas espécies investem nos anos iniciais em crescimento radicular e órgãos de reserva para garantia de sobrevivência (Hoffmann et al. 2004) e possuem lento desenvolvimento das suas partes aéreas (PILOM & DURIGAN, 2013). É necessário um acompanhamento por maior tempo para verificar se passado os anos iniciais, tais plantas passarão a investir em parte aérea.

Assim, pode-se inferir que a aplicação de lodo de esgoto e resíduos de poda é mais indicado para espécies florestais do Cerrado para a revegetação de área de empréstimo urbana do que espécies de formações savânicas. Isto se deve à melhor tolerância, sobrevivência e crescimento destas espécies em condições de alta disponibilidade de nutrientes.

6. Recomendações para o manejo

Desde que respeitadas às normas estabelecidas para o uso do lodo de esgoto (CONAMA 375), o mesmo é recomendável para a recuperação de áreas mineradas do Bioma Cerrado, assim como a poda de árvore. Para substratos tratados com estes dois resíduos, recomenda-se o plantio de mudas nativas de formações florestais, para cobertura rápida do solo e para formação de matéria orgânica, ciclando nutrientes e iniciando a sucessão.

7. Agradecimentos

Agradeço ao ICMbio por fomentar este estudo, à CAESB, NOVACAP e Exército Brasileiro, por terem disponibilizado o lodo de esgoto, poda de árvore e cedido a área de estudo, respectivamente. Agradeço também os que me orientam na escrita deste trabalho, Alexandre Sampaio, Isabel Belloni e Leonardo Fraga, assim como todos os colegas e amigos que se disponibilizaram a me ajudar em campo, em especial ao seu Mardônio.

8. Citações e referências bibliográficas

ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, n.32, p.2505-2516, 2008.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; DORNELAS, G. V. Análise da vegetação arbóreo-arbustiva, espontânea, ocorrente em taludes íngremes no município de Areia – Estado da Paraíba. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.26, n.2, p.165-172, 2002.
Bettiol & Camargo, O. Lodo de Esgoto, Impactos Ambientais na agricultura, 2006, p. 349.

BRADSHAW, A. Restoration of mined lands using natural processes. Ecological Engineering. v.8, p.255-269, 1997.

BRADSHAW, A.D.; CHADWICK, M.J. The restoration of land. University of California Press, Berkeley, Calif. 1980.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente - MMA). Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006.

CORRÊA, R.S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado – Manual para revegetação. 1ed. Brasília: Editora Universa, 2006, 187p.

CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B. Desempenho de dois resíduos orgânicos para a sobrevivência de mudas de espécies arbóreas de Cerrado sob condições adversas de área minerada. Sanare (Curitiba), Curitiba, v.21, n.21, p.59-66, 2004.

CORRÊA, R.S.; SILVA, L.C.R.; BAPTISTA, G.M.; SANTOS, P.F. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental . v.14, p.538-544, 2010.

DASKALOPOULOS, E; BADR, O.; PROBERT, S.D. An integrated approach to municipal solid waste management. Resources, Conservation and Recycling. v.3, n.24(1), 1998.

DUBOC, E.; GUERRINI, I.A. Desenvolvimento inicial e nutrição da copaíba (*Copaifera langsdorfi* Desf.) em áreas de cerrado degradado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 245. Planaltina: Embrapa Cerrados, 28 p, 2009.

FIALHO, L.L.; FRANCISCO, R.A.; SIMÕES, M.L.; SILVA, W.T.L.; MARTIN-NETO, L. Interferência da lignina na quantificação de radicais livres no processo de compostagem. In: **Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas - EBSH**, 7., 2007, Florianópolis, SC. As substâncias húmicas podem ajudar a salvar o planeta terra? Livro de resumos... Florianópolis: EBSH, 2007. p.40.

FIALHO, L.L.; SILVA, W.T.L.D.; MILORI, M.B.P.; SIMÕES, M.L.; NETO, L.M. Circular Técnica: Monitoramento químico e físico do processo de compostagem de diferentes resíduos orgânicos. São Carlos: Embrapa, 2005.

FURTINI NETO. A.E. et al. Nutrição, fertilização e microbiologia em espécies florestais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 1999. Belo horizonte. *Anais...* Lavras: UFLA/Faepe/Cemig. p.80-110, 1999.

HART, J.B.; NGUYEN, P.V.; URIE, D.H.; BROCKWAY, D.G. Silvicultural use of wastewater sludge. *Journal of Forestry*, Bethesda, v.17, p.17-24, 1988.

HOFFMANN, W.A.; ORTHEN, B.; FRANCO, A.C. Constraints to seedling success of savanna and forest trees across the savanna-forest boundary. *Ecologia*, n. 140, p.252-260, 2004.

LOPES, J.A.V. & QUEIROZ, S.M.P. **Rodovias e meio ambiente no Brasil: Uma resenha crítica**. In: Recuperação de Áreas Degradadas, Simpósio Sul-Americano, 1.; Simpósio Nacional, 2., Curitiba, 1994. *Anais...* Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1994. p.75-90.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352 p, 1992.

MAIA, C.M.B.F.; et al. Compostagem de resíduos florestais: um guia para produção de húmus da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais. Curitiba: EMATER-PR, 2003.

NERI, A. V.; SOARES, M. P.; NETO, J. A. M. e DIAS, L. E.; Espécies de cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.907-918, 2011.

PASCHKE, M.W.; TOPPER, K.; BROBST R.B.; REDENTE, E.F. Long-term effects of biosolids on revegetation of disturbed sagebrush steppe in northwestern Colorado. *Restor Ecol* 13:545-551, 2005.

PEREIRA, J. S. E RODRIQUES, S. C; Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. *Caminhos da Geografia Uberlândia* v. 13, n. 41, p. 102–110, mar. 2012

PILON, N. A. L. e DURIGAN, G.; Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. *Revista Scientia Forestalis* vol. 41 n. 99 p. 389-399, 2013.

PINHEIRO, C.Q.; CORRÊA, R.S.; SILVA, L.C.R. Survival and growth of baru (*Dipterix alata* Vog.) treated with sewage sludge, composted garbage or cattle manure on mined spoils in the Brazilian Cerrado. *Sociedade & Natureza* (UFU. Impresso). Uberlândia, v. Único, S Issue, p.789-795, 2005.

REIS, M.F.P.; BIDONE, F.R.A.; GEHLING, G.R. Produção de macro e micronutrientes através da compostagem de resíduos orgânicos provenientes das podas urbanas codispostos com resíduos da CEASA e lodo de estação de tratamento de esgotos. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, *Anais...* 9p, 2000.

SAMPAIO, T.F. Crescimento de espécies nativas da Mata Atlântica, modificações de atributos físicos do solo e de metais pesados no solo e na planta, em resposta à aplicação de lodo de esgoto. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônomicas). Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2010.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. In: Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, v.26, p.487-495, 2002.

SINGH, R.P.; AGRAWAL, M. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management*, v.28, p.347-358, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.010>> Acesso em: mar. 2017.

SUGIMOTO, L. Tratamento com lodo de esgoto faz nascer "oásis" em área deserta. 2005. Disponível em <https://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2005/ju307pag09.html>. Acesso em: mar. 2017.

TAUK, S.M. Biodegradação de resíduos orgânicos do solo. *Revista Brasileira de Geociência*, v.20, n.1, p.299-301, 1990.

TORRES, R.J.L.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.29, p.609-618, 2005.

VITOUSEK, P.M. Litterfall nutrient cycling and nutrient limitation. In: *Tropical forests. Ecology*. Durhan, v. 65, n. 1, p.285-298, 1984.

WEF (U.S. Water Environment Federation). Accessing the risks of recycling to land. n. 55, v.7, p. 27-30, 1993.

