



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Aline Cássia da Fonseca

**Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais
vulneráveis à extinção**

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Novembro - 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Aline Cássia da Fonseca

**Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais
vulneráveis à extinção**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES

Orientador

SEROPÉDICA - RJ

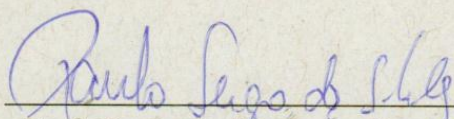
Novembro – 2015

**BIOSSÓLIDO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS VULNERÁVEIS À EXTINÇÃO**

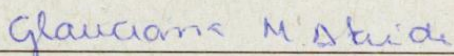
Aline Cássia da Fonseca

Monografia aprovada em 17 de novembro de 2015.

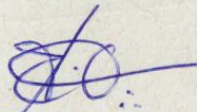
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles
UFRRJ / IF / DS
Orientador



Prof. Dra. Glauciana da Mata Ataíde
UFRRJ / IF / DS
Membro



Alysson Canabrava Lisboa
Eng. Florestal, Acácia Amarela Produção de Mudas e Consultoria
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais
e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar ao meu lado dando sabedoria e forças ao longo desta caminhada.

Especialmente aos meus pais João e Glória, por darem condições e apoiarem ao longo de minha vida para o alcance dos meus objetivos.

Aos meus irmãos Marilda, Waldir, Luciene e Silvana, que sempre estiveram comigo e foram essenciais durante toda minha vida e principalmente ao longo de minha formação acadêmica.

A todos os demais familiares, pelo apoio e carinho.

A todos meus amigos, que estiveram ao meu lado apoiando nesta jornada incentivando e dando forças, sem eles esta longa caminhada seria muito mais difícil.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela formação em Engenharia Florestal e pelas boas experiências ao longo destes cinco anos.

Ao professor e orientador Paulo Sérgio dos Santos Leles, pelos ensinamentos que serão levados por toda minha vida, pela paciência e amizade.

A todos estagiários do LAPER, aos antigos pelos conhecimentos passados que foram de grande valia para minha formação. E especialmente a Juçara, Thasso, Avner e Renan que foram fundamentais para a execução deste trabalho. Por todo carinho, amizade, companheirismo e boas conversas.

Ao amigo Maxwell que me apoiou durante a montagem deste experimento.

Aos funcionários do Viveiro do Instituto de Florestas, em especial ao Sebastião Corrêa da Costa, por toda ajuda durante este experimento e amizade.

A empresa Acácia Amarela Produção de Mudas e Consultoria Ambiental, que sempre apoia os experimentos do LAPER.

A Petra Agregados Ltda por possibilitar a fase de campo.

Aos membros da banca, pelas correções e sugestões.

A todos que não foram citados aqui, mas que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

RESUMO

O resíduo sólido gerado pelas estações de tratamento de esgoto é um material rico em matéria orgânica, macro e micronutrientes para as plantas. Este resíduo depois de tratado e estabilizado é denominado biossólido e tem potencial para ser usado na produção de mudas florestais. Este trabalho teve por objetivo avaliar o biossólido em diferentes proporções como componente do substrato para a produção de mudas de *Dalbergia nigra*, *Cariniana legalis* e *Caesalpinia echinata*. Na fase de viveiro, foram realizadas mensurações de altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e área foliar. Para a fase de campo foram selecionadas de cada espécie, as 20 mudas mais próximas da média de altura de cada tratamento para implantação em área de reflorestamento no município de Queimados – RJ. Foi realizada a avaliação da sobrevivência e a altura das plantas três meses após o plantio. Para as espécies *Dalbergia nigra* e *Caesalpinia echinata*, as mudas produzidas com maior proporção de biossólido apresentaram melhores resultados em todos os parâmetros analisados. Para *Cariniana legalis* não houve diferenças significativas no crescimento das mudas. Em campo foi constatado que as plantas praticamente não apresentaram diferenças nas taxas de sobrevivência, evidenciando que o substrato não influenciou este parâmetro, aos três meses após o plantio.

Palavras-chave: jacarandá-da-bahia, jequitibá-rosa, pau-brasil e resíduos urbanos.

ABSTRACT

The solid waste produced by the sewage treatment plants is a rich material in organic matter, macro and micronutrients for plants. This residue after being treated and stabilized is called biosolid and has a potential use in forest seedlings production. This work aimed to evaluate the biosolid use in different proportions as a substrate compound for the production of *Dalbergia nigra*, *Cariniana legalis* and *Caesalpinia echinata* seedlings. During the nursery stage, measurements of the aerial part height, stem base diameter, aerial part dry mass, root system dry mass and leaf area were made. At the field stage, the 20 (twenty) closest seedlings to the average height of each treatment of each species were selected for implantation at a reforestation area in the city of Queimados – RJ. Three months after the planting, the survival and height of the seedlings were evaluated. For the *Dalbergia nigra* and *Caesalpinia echinata* species, the seedlings produced with higher proportion of biosolid showed the best results in all the analyzed parameters. For *Cariniana legalis* there were no substantial difference in seedlings growth. On field, it was concluded that the seedlings virtually did not present changes on survival rates, showing that the substrate have not influenced this parameter at three months after planting.

Keywords: jacarandá-da-bahia, jequitibá-rosa, pau-brasil and solid waste.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
4. MATERIAL E MÉTODOS	5
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
5.1 Fase de viveiro	7
5.2 Fase de campo	9
6. CONCLUSÃO	10
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características químicas de diferentes substratos utilizados na produção das mudas em sacos plásticos	6
Tabela 2: Parâmetros morfológicos das mudas de jacarandá-da-bahia, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo	8
Tabela 3: Parâmetros morfológicos das mudas de jequitibá-rosa, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo	8
Tabela 4: Parâmetros morfológicos das mudas de pau-brasil, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo.....	8
Tabela 5: Valor médio de peso das mudas com os recipientes das três espécies florestais, produzidas em quatro substratos na época de expedição para o campo.....	9
Tabela 6: Sobrevivência e altura de plantas de duas espécies florestais, aos três meses após o plantio, cultivada em Queimados-RJ oriundas de mudas produzidas em quatro substratos.....	10

1. Introdução

A crescente população dos centros urbanos é grande produtora de diversos resíduos, os quais, muitas vezes, são acumulados no ambiente sem o adequado tratamento ou possível utilização que permita sua reciclagem. A disposição final dos resíduos sólidos de forma adequada para a proteção do meio ambiente e da saúde da população ainda é um grande desafio. Neste contexto, a disposição final dos resíduos sólidos oriundo das estações de tratamento de esgoto (ETEs), é um tema que tem sido estudado de modo a verificar as diversas formas de destinação final desse material.

Entre as alternativas existentes para a reciclagem do lodo de esgoto, a utilização nas áreas agrícola ou florestal apresenta-se como uma das mais convenientes (BETTIOL e CAMARGO, 2006). Tal prática apresenta vantagens ambientais quando comparado a outras formas de destinação final, como aterros sanitários, disposição oceânica, incineração, entre outras, e ainda enquadra-se nos princípios de reutilização dos resíduos de forma ambientalmente adequada.

O uso do resíduo sólido proveniente das estações de tratamento de esgoto (ETEs), que depois de estabilizado é denominado biossólido, como componente do substrato para produção de mudas (CALDEIRA et al., 2008; ABREU, 2014), torna-se uma alternativa viável para a reciclagem desse material, além da possível redução de custos (CALDEIRA et al., 2012).

O biossólido constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas e sua aplicação como componente de substratos pode trazer benefícios à produção de mudas florestais (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003; SCHEER et al., 2012).

A qualidade das mudas está relacionada diretamente ao tipo do substrato e do recipiente. No estado do Rio de Janeiro, os sacos plásticos são os recipientes mais utilizados na produção de mudas florestais, sendo a fonte de matéria orgânica mais utilizada nos substratos o esterco bovino. Porém, a atividade pecuária no estado do Rio de Janeiro é pouco representativa, principalmente em áreas urbanas dificultando a disponibilidade de esterco em quantidade e qualidade (ALONSO, 2013). Deste modo, o biossólido surge como uma possível alternativa para a produção de mudas florestais, além de melhor destino para este material.

Considerando que boa parte da população brasileira vive em área sob domínio do bioma Mata Atlântica e que o crescimento urbano acelerado ocasionou a perda substancial da vegetação natural, se torna necessária à recuperação. Para o sucesso de um projeto de restauração ecológica, o mesmo deve contemplar em sua implantação a diversidade de espécies, inclusive com aquelas vulneráveis à extinção, como *Dalbergia nigra*, *Cariniana legalis* e *Caesalpinia echinata*, que foram altamente exploradas devido ao seu valor comercial.

O jacarandá-da-bahia possui madeira moderadamente pesada, muito resistente e de longa durabilidade natural. É própria para mobiliário de luxo, sendo mundialmente famoso seu emprego na construção de pianos e também para construção civil (LORENZI, 2002). O jequitibá-rosa enquadra como madeira de lei que era bastante explorada pela coroa portuguesa para construção civil e naval, e só podia ser exportado e comercializado pelo governo da Metrópole (CARVALHO, 2003). O pau-brasil faz parte da história do país, sua madeira é muito boa, e já foi muito utilizada para construção naval e para extração de compostos para tintas e corantes. Segundo Lorenzi (2002), é uma boa espécie para o paisagismo, principalmente por ser uma árvore que remete à história brasileira.

2. Objetivo

Avaliar o potencial do biossólido em diferentes proporções como componente do substrato para a produção de mudas de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth (jacarandá-da-bahia), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) e *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), produzidas em sacos plásticos 14 x 20 cm, indicando a percentagem de biossólido mais adequada para a produção de mudas florestais de maior qualidade em sacos plásticos.

Comparar a substituição do esterco bovino por biossólido na mesma proporção, para produção das mudas das três espécies.

3. Revisão Bibliográfica

A crescente demanda da sociedade pela manutenção e melhoria das condições ambientais tem exigido das autoridades e das empresas públicas e privadas atividades capazes de compatibilizar o desenvolvimento às limitações da exploração dos recursos naturais (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

A devastação da Mata Atlântica é um reflexo direto da exploração desordenada de seus recursos naturais, principalmente madeireiros, e da sua ocupação (BARBOSA, 2006; DEAN, 1996), o que resultou em milhões de hectares de áreas desflorestadas convertidas em pastagens, lavouras e centros urbanos (MYERS et al., 2000; GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2003).

A diversidade de espécies presente em florestas do bioma Mata Atlântica é alta, considerando que este é um dos biomas mais ameaçados do mundo, a mesma deve ser contemplada em plantios de restauração (ALONSO, 2013). A diversidade de espécies vegetais em florestas tropicais é a principal responsável pela disponibilidade constante e diversificada de recursos para agentes dispersores de sementes e polinizadores, que por sua vez possibilitam a perpetuação das espécies em áreas restauradas. Produzir mudas de grande variedade de espécies deve ser um dos objetivos dos viveiristas que atendem demandas das atividades de restauração da Mata Atlântica (RODRIGUES et al., 2009)

Os recursos hídricos que eram fartos tornaram-se limitantes e comprometidos em virtude da alta poluição em algumas regiões. Os principais poluidores dos mananciais são os esgotos urbanos, que devem ser tratados. Nesse contexto, o tratamento de esgotos e a adequada disposição do lodo são requisitos fundamentais para o saneamento ambiental das áreas urbanas e do seu entorno. Esse processo envolve atividades como o tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, reúso de água e disposição segura do lodo resultante do tratamento (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

A composição do esgoto varia em função do local de origem, ou seja, se proveniente de uma área tipicamente residencial ou tipicamente industrial, da época do ano, entre outros fatores (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

As estações de tratamento de esgoto sanitário (ETEs) recebem todos os dias esgotos cuja composição média aponta para uma mistura de água (99,9%) e sólidos (0,1%), sendo que, do total de sólidos, 70% são orgânicos (proteínas, carboidratos, gorduras, etc.) e 30% são inorgânicos (areia, sais, metais, etc.) (ANDREOLI, 1999). A água é devolvida aos mananciais, após receber tratamento adequado, restando um resíduo sólido denominado lodo de esgoto (ABREU, 2014).

O lodo de esgoto é rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes para as plantas, sendo recomendada a sua aplicação como condicionador de solo e ou fertilizante.

Porém o lodo apresenta em sua composição diversos poluentes, como: metais pesados, compostos orgânicos persistentes e organismos patogênicos ao homem; atributos que devem ser estudados com muito cuidado (BETTIOL e CAMARGO, 2006). A resolução nº 375/2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, regulamenta e define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados (BRASIL, 2006).

Para que o lodo de esgoto seja considerado apto para o uso agrícola é necessária à realização de análises químicas e biológicas que atestem que o resíduo encontra-se com níveis aceitáveis de microrganismos, metais pesados e compostos químicos nocivos à saúde humana. Para a produção de mudas florestais, além de atender as exigências impostas pela resolução é imprescindível que o bioestabilizado esteja devidamente tratado e estabilizado (ABREU, 2014).

Depois de devida estabilização e higienização o lodo de esgoto é denominado bioestabilizado (BORGES e COUTINHO, 2004). Conforme Guedes et al. (2006), citado por Abreu (2014), o termo bioestabilizado passou a ser usado na maioria dos países e em várias normas no início da década de 80. Este termo tem por finalidade tirar a conotação pejorativa associada ao termo lodo de esgoto e promover o conceito de que este material não é simplesmente um resíduo, e que pode e deve ser reutilizado ou reciclado em sistemas de usos benéficos.

Um dos processos de estabilização e higienização do lodo de esgoto consiste na adição de microrganismos que realizam digestão anaeróbia; e depois disso é encaminhado para os leitos de secagem e passa por processo de adensamento natural (BEZERRA et al., 2006). Segundo Aisse et al. (2001), a estabilização e higienização do lodo por meio de compostagem bem conduzida pode apresentar alta eficiência na eliminação de micro patógenos e, com isso pode ser obtido um produto final de alta qualidade agrônômica.

A disposição final adequada do lodo é uma etapa problemática no processo operacional de uma estação de tratamento de esgoto, pois seu planejamento tem sido negligenciado e apresenta um custo que pode alcançar até 50% do orçamento de um sistema de tratamento (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Para o aproveitamento ou disposição final do lodo de esgoto existem alternativas, tais como: a disposição oceânica, baseada na proporção da diluição, mas as comunidades aquáticas não responderam bem a essa equação, reduzindo mundialmente o uso desta prática, a disposição em aterro sanitário exclusivo e co-disposição com resíduos sólidos urbanos, a qual apresenta problemas como custos elevados para a implantação dos aterros, possível contaminação do lençol freático e desvalorização de áreas adjacentes, devido ao mau cheiro e aspecto visual, a incineração exclusiva e co-incineração com resíduos sólidos urbanos, que consomem combustíveis que liberam poluentes na atmosfera, além da disposição final das cinzas, o reuso para a produção de agregado leve, fabricação de tijolos e cerâmica e produção de cimento, a conversão em óleo combustível, o uso na recuperação de áreas degradadas e de mineração, e por fim o uso agrícola e florestal na aplicação direta no solo, compostagem, fertilizante e solo sintético (BETTIOL e CAMARGO, 2006; SANTOS, 2003).

Estudos afirmam que uma das maneiras mais adequadas para disposição final do lodo de esgoto em termos técnicos, econômicos e ambientais, desde que adequadamente aplicada, é a reciclagem agrícola ou florestal (ANDREOLI, 1999). A utilização de lodo de esgoto como bioestabilizado, aproveitando seu potencial fertilizante e condicionador de solos para promover o crescimento de plantas representa a possibilidade de associar ganhos para o produtor, através do aumento da produtividade das culturas e de redução do uso de fertilizantes minerais, com vantagens inclusive para os geradores de lodo, através da efetivação de métodos adequados e mais econômicos de disposição final desse resíduo (GUEDES et al., 2006).

Juntamente com isso, vem a grande necessidade da produção de mudas tendo em vista a recuperação de áreas degradadas, restauração da Mata Atlântica e os reflorestamentos comerciais. A comprovação da viabilidade do resíduo visa à minimização de passivos ambientais, além da economia gerada no processo de produção. Assim, estudos vêm sendo realizados de modo a melhor analisar o uso desse recurso (CABREIRA et al., 2014).

O êxito de plantios florestais, tanto para fins de produção quanto de conservação, não está ligado unicamente à espécie utilizada, mas altamente relacionado à qualidade das mudas produzidas, a qual depende diretamente do tipo de recipiente, da qualidade das sementes e do substrato utilizado (CARNEIRO, 1995). Os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (ROSA JR. et al., 1998). Os autores ainda comentam que a fase sólida do substrato deve ser constituída por uma mistura de partículas minerais e orgânicas

Em projetos de restauração florestal a qualidade das mudas é importante por estar relacionada diretamente com a sobrevivência e o crescimento das plantas em campo e conseqüentemente com a maior demanda por tratos culturais e replantio (DIAS et al., 2006). Nesse sentido, a escolha do substrato deve ser feita em razão das características físicas e químicas dos seus componentes (CALDEIRA et al., 2012).

Além das características técnicas desejáveis, a escolha do substrato deve atender alguns requisitos básicos, como baixo custo e facilmente disponível em quantidade e qualidade. A disponibilidade de substrato adequado em quantidade suficiente para produzir mudas de qualidade em grande escala é um dos principais desafios dos viveiristas (VARELA; MARTÍNEZ, 2013). O biossólido quando utilizado como substrato para a produção de mudas, torna-se uma alternativa para a redução de custos, tendo em vista sua disponibilidade e a possibilidade de substituir pelo menos em parte a fertilização mineral (CALDEIRA et al., 2012).

A utilização de biossólidos como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberadas gradativamente, suprimindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO e BARRAL, 1981). Segundo Cunha et al., 2006, em cidades que têm Estação de Tratamento de Esgoto, o uso do biossólido na produção de mudas destinadas ao reflorestamento poderá constituir uma alternativa para sua disposição, pois consiste em fonte de matéria orgânica e nutrientes para as mudas.

O lodo pode ser visto como um complemento da adubação, podendo reduzir a utilização de fertilizantes químicos e, com isto, reduzir o custo da adubação (BARBOSA; TAVARES FILHO, 2006). Conforme Guerrini e Trigueiro (2004), concluíram que, em geral, a quantidade de nutrientes no substrato foi aumentada com a elevação da porcentagem de biossólido adicionado e também testaram atributos químicos e físicos de substratos compostos por biossólido e casca de arroz carbonizada, os quais apresentaram menor densidade do solo e uma maior capacidade de retenção de água, devido ao aumento na microporosidade dos substratos.

O biossólido também pode surgir como uma alternativa viável para fonte de matéria orgânica na composição de substratos para produção de mudas florestais, no caso de regiões com pouca vocação agropecuária. Alguns materiais que desempenham esta função, como o substrato comercial à base de casca de pinus bioestabilizada, muito empregado na produção de mudas em tubetes, podem ter seus custos de aquisição reduzidos ou cessados com a inserção do biossólido como substrato (ABREU, 2014).

O uso do bio-sólido na produção de mudas florestais, além de uma boa alternativa ambiental na disposição final deste resíduo, também traz vantagens tanto para os geradores do resíduo como para os viveiristas.

4. Material e métodos

O trabalho foi dividido em duas fases, sendo a primeira constituída pela produção de mudas florestais, realizada no viveiro do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica - RJ, de junho de 2014 até final de março de 2015. O início do experimento dependeu da espécie.

O clima da região de Seropédica, RJ, é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen tropical com chuvas de verão (BRASIL, 1980). Segundo os dados dos últimos 20 anos da estação meteorológica da PESAGRO-RJ, a mais próxima ao local do experimento, a precipitação média anual é de 1.245 mm com o período mais seco nos meses de junho, julho e agosto e com excedentes hídricos em dezembro, janeiro e fevereiro. A temperatura média de fevereiro, que é o mês mais quente, é de 27,0 °C e de julho, o mês mais frio é de 20,6 °C e a temperatura média anual é de 23,7 °C.

A segunda fase foi o plantio e acompanhamento das mudas em campo, no município de Queimados – RJ, em área que estava sendo formado povoamento florestal da Petra Agregados Ltda. A área apresenta um relevo ondulado e o tipo de solo predominante é o Argissolo Vermelho Eutrófico, de textura argilosa, e clima semelhante ao de Seropédica. O plantio foi realizado no início de abril de 2015.

O bio-sólido utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) de Alegria, bairro Caju, Cidade do Rio de Janeiro, e foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (Nova CEDAE). O esgoto tratado pela ETE Alegria é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais.

O bio-sólido foi testado conforme preconiza a resolução CONAMA nº375, de 29 de agosto de 2006 (CONAMA, 2006) e se encontrava dentro dos parâmetros para uso em atividades agrícolas e florestais, sendo classificado como tipo A.

O experimento foi composto por quatro tratamentos, considerou-se como testemunha o tratamento formado por esterco bovino, identificado como um substrato padrão usado por diversos viveiros de mudas de espécies florestais em sacos plásticos. Os outros tratamentos consistiram de três proporções de bio-sólido, como fonte de matéria orgânica na composição do substrato, substituindo o esterco.

As mudas foram produzidas em sacos plásticos 14 x 20 cm e os tratamentos constituíram-se da seguinte forma:

- T1 – esterco bovino, solo argiloso e areia na proporção volumétrica de 40-50-10%, respectivamente;
- T2 – bio-sólido, solo argiloso e areia na proporção volumétrica de 20-70-10%, respectivamente;
- T3 – bio-sólido, solo argiloso e areia na proporção volumétrica de 40-50-10%, respectivamente;
- T4 – bio-sólido, solo argiloso e areia na proporção volumétrica de 80-10-10%, respectivamente.

A mistura dos componentes dos substratos foi feita manualmente, sendo retiradas amostras representativas de cada tratamento para a realização da análise dos teores totais de macronutrientes. Os resultados das análises são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas de diferentes substratos utilizados na produção das mudas em sacos plásticos

Substrato (%)	^{*1} pH (H ₂ O)	^{*2} P -----mg/dm ³ -----	^{*2} K	^{*3} Ca ²⁺	^{*3} Mg ²⁺	^{*3} Al ³⁺	CTC(t)	V	^{*4} MO	⁵ N
					-cmol _c dm ⁻³ -		-----%-----		--dag kg ⁻¹ --	
40:50:10**	6,9	103,3	527	1,65	2,00	0,0	5,00	78,1	4,80	0,175
20:70:10*	5,0	163,3	41	3,29	1,34	0,1	4,84	63,7	2,30	0,178
40:50:10*	5,3	223,7	52	7,08	2,17	0,0	9,38	72,8	6,08	0,213
80:10:10*	5,4	567,9	87	10,67	3,46	0,1	14,45	97,0	19,83	0,218

^{*1}pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5; ^{*2}Extrator Mehlich 1; ^{*3}Extrator: KCl - 1 mol/L; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V - Índice de Saturação de Bases; ^{*4}C. Org x 1,724 - Walkley-Black; ^{*5}N total - Digestão Sulfúrica - Destilação Kjeldhal. **Proporções volumétricas, em sequência, de esterco bovino, argila e areia; *Proporções volumétricas, em sequência de biossólido; argila e areia.

As espécies florestais estudadas foram *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth. (jacarandá-da-bahia), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa) e *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil). As sementes utilizadas foram cedidas pelo Departamento de Silvicultura da UFRRJ.

A semeadura foi realizada diretamente nos sacos plásticos com a colocação de duas a três sementes por recipiente. Após a germinação foi realizado um raleio deixando uma plântula por recipiente, preservando a plântula mais centralizada e de maior vigor.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Cada repetição foi composta por 11 mudas. E cada espécie foi considerada um experimento.

A produção das mudas seguiu padrão comum em viveiro de sacos plásticos com irrigação, limpeza, rustificação, dentre outras.

A avaliação consistiu na mensuração da altura da parte aérea e do diâmetro do coleto aos 270 dias após a semeadura para o pau-brasil, 225 dias para jequitibá-rosa e 180 dias para o jacarandá-da-bahia. As medidas de altura foram tomadas com régua graduada tomando-se como referência a gema terminal (meristema terminal), e as medidas de diâmetro com paquímetro digital. Esta avaliação foi quando, visualmente, observou que as mudas estavam em condições de serem plantadas no campo.

O tempo de formação das mudas foi diferente, devido à velocidade de crescimento diferenciada de cada espécie. Todas estas medições foram realizadas no final de março de 2015. Os dados foram tabulados e de cada espécie e tratamento foram selecionadas quatro mudas com altura mais próxima da média. Estas mudas foram levadas para o laboratório, irrigadas com 0,5 litros de água, com objetivo de padronizar o teor de umidade do substrato. Em seguida, as mudas foram pesadas individualmente para obtenção do peso médio da muda no recipiente no momento de expedição para o campo. Imediatamente após essas avaliações retirou as folhas destas mudas para avaliação da área foliar, utilizando medidor LI 3600.

Em seguida, as mudas foram lavadas em água corrente para retirada do substrato e depois separada em parte aérea e sistema radicular. Os componentes da parte aérea e do sistema radicular foram devidamente identificados e acondicionados em sacos de papel e em

seguida levados à estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, até atingirem peso constante, e assim obtidos os pesos de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e, quando da significância ao teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando software Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG).

Para o jequitibá-rosa, as mudas foram doadas para um produtor, sendo que depois não foi possível fazer as avaliações.

Para jacarandá-da-bahia e pau-brasil, a fim de avaliar a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial das plantas em campo, logo após medições de altura e diâmetro, foram selecionadas as 20 mudas mais próximas da média de altura de cada tratamento para implantação em campo.

O plantio foi realizado em uma área a ser reflorestada no município de Queimados, estado do Rio de Janeiro.

O espaçamento utilizado foi de 2,0 x 1,5 metros, em cova com dimensões de 30 x 30 x 30 cm adubadas com 100 gramas de NPK 06-30-06. O plantio foi realizado intercalado com outras espécies que a empresa estava utilizando para fazer o reflorestamento. Foi preparado um croqui com localização de cada muda no campo. Na condução do experimento foram realizados o controle de formigas cortadeiras e a roçada da vegetação espontânea.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Para cada espécie e tratamento representa uma repetição.

As avaliações em campo consistiram no acompanhamento da sobrevivência e altura da parte aérea das mudas aos três meses após o plantio.

5. Resultados e Discussão

5.1. Fase de Viveiro

Constata-se pelas Tabelas 2 e 4 que as mudas de jacarandá-da-bahia e pau-brasil, respectivamente, produzidas nas maiores proporções de bio sólido (40 e 80%), obtiveram melhores resultados nos parâmetros morfológicos avaliados. De acordo com Carneiro (1995), os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente; algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo.

Vários autores (TEDESCO et al., 1999; CALDEIRA et al., 2007; SCHEER et al., 2012b; SANTOS, 2013; ABREU, 2014) têm demonstrado que substratos orgânicos propiciam melhor crescimento para as mudas de espécies florestais nativas, devido principalmente aos altos teores de fósforo e de matéria orgânica, como os utilizados neste trabalho, que são importantes para o arranque inicial das mudas após a emergência da plântula, conforme mencionam Gonçalves e Poggiani (2000). Estes trabalhos também mostram que existem diferenças de respostas em crescimento das mudas entre as espécies florestais nativas com uso de materiais orgânicos, como constituinte de substratos.

O jacarandá-da-bahia e o pau-brasil apresentaram comportamento semelhante em resposta ao bio sólido como componente para produção de mudas em relação às espécies pioneiras, que são consideradas de rápido crescimento (SANTOS, 2013). As respostas em crescimento nos substratos com maiores proporções de bio sólido ocorrem devido à alta disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes neste material (Tabela 1).

Tabela 2: Parâmetros morfológicos das mudas de jacarandá-da-bahia, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo

Espécie	Parâmetro	40:50:10**	20:70:10*	40:50:10*	80:10:10*
jacarandá-da-bahia	Altura (cm)	33,5 c	55,1 b	65,1 ab	68,2 a
	Diâmetro (mm)	3,4 b	4,8 ab	5,3 a	5,8 a
	Massa seca raiz (g)	0,15 b	0,50 ab	0,73 ab	1,38 a
	Massa seca aérea (g)	0,75 b	2,71 ab	3,23 ab	4,95 a
	Área foliar (cm ²)	21,1 b	70,0 ab	52,2 ab	134,0 a

* mudas produzidas na proporção de biossólido: solo argiloso: areia.

** mudas produzidas na proporção de esterco bovino: solo argiloso: areia.

Médias seguidas na linha pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 3: Parâmetros morfológicos das mudas de jequitibá-rosa, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo

Espécie	Parâmetro	40:50:10**	20:70:10*	40:50:10*	80:10:10*
jequitibá-rosa	Altura (cm)	51,5 ab	43,4 b	47,2 b	65,9 a
	Diâmetro (mm)	6,14 ab	5,31 b	6,11 ab	7,48 a
	Massa seca raiz (g)	3,14 a	0,70 a	1,02 a	2,70 a
	Massa seca aérea (g)	8,60 a	3,07 a	4,60 a	9,15 a
	Área foliar (cm ²)	812,4 ab	394,2 b	550,7 ab	890,2 a

* mudas produzidas na proporção de biossólido: solo argiloso: areia

** mudas produzidas na proporção de esterco bovino: solo argiloso: areia

Médias seguidas na linha pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Tabela 4: Parâmetros morfológicos das mudas de pau-brasil, produzidas em quatro substratos, na época de expedição para o campo

Espécie	Parâmetro	40:50:10**	20:70:10*	40:50:10*	80:10:10*
pau-brasil	Altura (cm)	19,8 b	25,7 ab	31,8 a	33,7 a
	Diâmetro (mm)	4,54 a	5,13 a	5,45 a	5,80 a
	Massa seca raiz (g)	1,06 a	1,14 a	1,53 a	1,33 a
	Massa seca aérea (g)	4,28 b	5,10 a	8,27 ab	9,52 a
	Área foliar (cm ²)	160,8 b	236,0 ab	442,8 a	399,8 ab

* mudas produzidas na proporção de biossólido: solo argiloso: areia

** mudas produzidas na proporção de esterco bovino: solo argiloso: areia

Médias seguidas na linha pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Comparando as mudas do T3 (40% biossólido), com o T1 (40% de esterco bovino), constata-se que para o jacarandá-da-bahia e pau-brasil, os indivíduos do T3 obtiveram melhores resultados em todos os parâmetros avaliados, mesmo que em alguns dos casos não tenha sido observada diferenças significativas. Isto ocorreu provavelmente devido ao teor de nutrientes, exceto potássio (K) (Tabela 1) e também de capacidade de troca catiônica (CTC) e matéria orgânica presente no biossólido.

O menor teor de K dos substratos com biossólido se explica pelo fato desse nutriente ser altamente solúvel e permanecer dissolvido na água durante o processo de tratamento de esgoto, não precipitando para o lodo de esgoto (BERTON; NOGUEIRA, 2010) e parece não ter sido limitante para o crescimento das mudas das três espécies estudadas, quando utilizou biossólido. Isto ocorreu provavelmente pela baixa lixiviação de nutrientes, considerando os substratos utilizados com argila em sua composição e pelo fato das mudas terem sido produzidas em sacos plásticos. Além disso, o pH do substrato quando utilizou-se esterco era

de 6,9 e com biossólido 5,3, segundo Malavolta (1977) o pH entre 5,5 a 6,5 é o intervalo mais indicado para melhor absorção de micronutrientes e de alguns macronutrientes pelas plantas. Provavelmente, o pH do substrato com esterco, pode ter dificultado a absorção destes nutrientes, afetando negativamente o crescimento das mudas.

Outro fator que pode ter contribuído para favorecer mudas em biossólido é este substrato apresentar o dobro do valor de CTC, verificado na Tabela 1, segundo Carneiro (1995), substratos com maior CTC possuem maior capacidade de retenção de nutrientes, que aliada aos maiores teores de Ca e Mg (Tabela 1), contribuíram para aferir melhor qualidade química ao substrato com biossólido, e assim, maior crescimento das mudas.

Os resultados evidenciam o potencial de substituição de esterco bovino por biossólido pelos viveiristas, principalmente para locais onde não há criação intensiva de gado, além deste representar melhor destino para o biossólido com relação à disposição em aterros sanitários.

Caldeira et al. (2012) encontraram resultados semelhantes testando várias proporções de biossólido e substrato comercial, para produção de mudas de *Tectona grandis*, recomendando a adição de proporções superiores à 60% de biossólido para produção de mudas dessa espécie.

Para jequitibá-rosa quando comparado o uso de esterco bovino e biossólido na proporção de 40% na composição do substrato (Tabela 3), o uso de esterco obteve melhores resultados em todos os parâmetros analisados, evidenciando que pode haver comportamento diferente entre as espécies.

Ao realizar estudos sobre produção de mudas é importante atentar para inferir sobre transporte do viveiro de produção até viveiro temporário e deste até os berços de plantio. Constata-se pela Tabela 5 que o menor peso do substrato com 80% de biossólido é devido a menor densidade deste, quando comparado com argila e esterco (SANTOS, 2013). Observa-se que substratos com mudas de menor peso são mais interessantes, pois pode ser levado o mesmo número de mudas com menos peso, influenciando no rendimento do trabalhador durante o dia.

Tabela 5: Valor médio de peso das mudas com os recipientes das três espécies florestais, produzidas em quatro substratos na época de expedição para o campo

Tratamento	Peso (Kg/muda)	Peso (kg) de caixa Com 24 mudas
80:10:10*	1,00 a	24,0
40:50:10*	1,42 c	33,8
20:70:10*	1,48 c	35,5
40:50:10**	1,32 b	31,7

* mudas produzidas na proporção de biossólido: solo argiloso: areia

** mudas produzidas na proporção de esterco bovino: solo argiloso: areia

Médias seguidas na coluna pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

5.2. Fase de campo

Observa-se pela Tabela 6 que para o jacarandá-da-bahia e pau-brasil, as mudas oriundas dos quatro tratamentos não apresentaram diferenças das taxas de sobrevivência, evidenciando que o substrato não influenciou este parâmetro aos três meses após o plantio. Constata-se que o jacarandá-da-bahia não se adaptou bem ao ambiente, devido ter apresentado taxa de mortalidade superior a 15%, já que segundo Belloto et al. (2009), para plantios de restauração florestal haverá necessidade da operação de replantio, caso a taxa de sobrevivência das mudas em campo seja menor do que 90%.

Em termos de crescimento entre os tratamentos, para as duas espécies, os resultados seguiram o padrão para a altura na época de expedição das mudas para o campo, onde o substrato com 80% de biossólido apresentou maiores alturas aos três meses após o plantio. Este padrão é devido às plantas dessas espécies apresentarem taxa de crescimento inicial lento, assim três meses é pouco tempo para haver diferenciação da época do viveiro.

Tabela 6: Sobrevivência e altura de plantas de duas espécies florestais, aos três meses após o plantio, cultivada em Queimados-RJ oriundas de mudas produzidas em quatro substratos

Tratamento	jacarandá-da-bahia		pau-brasil	
	Sobrevivência (%)	Altura (cm)	Sobrevivência (%)	Altura (cm)
40:50:10**	75	36,4 c	90	22,7 c
20:70:10*	70	62,0 b	95	28,9 b
40:50:10*	75	70,4 a	95	32,8 a
80:10:10*	75	68,4 ab	95	34,3 a

* mudas produzidas na proporção de biossólido: solo argiloso: areia

** mudas produzidas na proporção de esterco bovino: solo argiloso: areia

Médias seguidas na coluna pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

6. Conclusão

Para as condições em que foi realizado o trabalho, o biossólido apresentou grande potencial para ser usado como componente de substrato para produção de mudas de espécies vulneráveis à extinção em sacos plásticos, indicando a percentagem entre 40 a 80%.

É indicado substituir esterco bovino por biossólido, como fonte de matéria orgânica na proporção de 40%, como componente para produção de mudas de *Dalbergia nigra* e *Caesalpinia echinata*.

7. Referências Bibliográficas

ABREU, A. H. M. **Bioossólido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica**. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

AISSE, M.M.; FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P.; Aspectos tecnológicos e de Processos. In: ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de Bioossólidos: transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR, Finep, 2001. cap. 2.

ALONSO, J.M. **Análise dos Viveiros e da Legislação Brasileira sobre Sementes e Mudas Florestais Nativas no Estado do Rio de Janeiro**. 2013. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

ANDREOLI, C. V. **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura e sua influência em características ambientais no agrossistema**. 1999, 121 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influências nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 565 – 580, 2006.

BARBOSA, L.M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 129 p., 2006.

BELLOTO, A.; et al. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF / ESALQ. 2009. 256p.

BERTON, R. S.; NOGUEIRA, T. A. R. Uso de lodo de esgoto na agricultura. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a resolução nº 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 2010. cap. 2, p. 31-50.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 349p.

BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 469-476, mar. 2006.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biossólido. II-Disponibilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28: 557-568, 2004.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Brasil. **Folhas sc. 21. Juremo: Geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra**, Rio de Janeiro, 1980; 20: 460.

BRASIL. Resolução Conama nº 375/2006, de 19/08/2006. **Publicação DOU**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 30 agosto de 2006, p. 141-146.

CABREIRA, G. V.; LOPES, N. F.; VIEIRA, A.V.G.; LELES, P.S.S. Uso de biossólido na composição de substratos para produção de mudas florestais da mata atlântica. In: **II Reunião Anual de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Editora Universidade Rural, 2014. Cd Rom.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectonagrandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. Et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. ET Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 311-323, set./dez. 2007.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. UFPR-FUPEF/Campos: UNEF, 1995, 451p.

CARVALHO, P. C. T.; BARRAL, M. F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, Piracicaba, v. 3, n.2, p. 1-4, 1981.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR : Embrapa Florestas, v1, 1039p., 2003.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R.; A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo, Companhia das Letras, 1996. 504p.

DIAS, E. S.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. Campo Grande: Editora UFMS. 57 p., 2006.

GALINDO-LEAL & I.G. CÂMARA (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Center for Applied 228 Biodiversity Science and Island Press, 2003. 488p.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F.. 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, 2000. p. 80-102.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A.; POGGIANI, F. & MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 30: 267-280, 2006.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

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

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica “Ceres”, 1979, 255p.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, p. 853–858, 2000.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 264p., 2009.

ROSA JR., E. J. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes. **Cerrados**, v. 1, p. 18-22, 1998.

SANTOS, A. D. **Estudos das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo**. 2003. 265 f. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

SANTOS, G.R. **Uso de biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica**. 26 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

SCHEER, M.B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O.A.; SANTOS, K.G. Crescimento e nutrição de mudas de *Lafoensia pacari* com lodo de esgoto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.19, n.1, p.55-65, 2012.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micranta* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.1, p.1-8, 1999.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, L.A. Uso de biossólidos como substratos para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.150-162, 2003.

VARELA, S; MARTÍNEZ, A. Uso del compost de biosólidos en la formulación de sustratos para la producción industrial de plantas de *Nothofagus alpina*. **Bosque**, Valdivia, v. 34, n. 3, p. 281-289, 2013.