



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

JUÇARA GARCIA RIBEIRO

**PROPORÇÕES DE BIOSSÓLIDO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO – 2017



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

JUÇARA GARCIA RIBEIRO

**PROPORÇÕES DE BIOSSÓLIDO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

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
JULHO – 2017

**PROPORÇÕES DE BIODOSSÍLIDO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA ARBORIZAÇÃO URBANA**

JUÇARA GARCIA RIBEIRO

Monografia aprovada em 02 de junho de 2017.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles - UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior - UFRRJ
Membro

Eng. Florestal, MSc. Elton Luis da Silva Abel - CEDAE
Membro

DEDICATÓRIA

*“É preciso força pra sonhar
e perceber que a estrada
vai além do que se vê”
-Los Hermanos*

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente meus pais, Pedro e Mariângela por toda dedicação, apoio e amor, sempre acreditando no meu potencial.

Aos meus irmãos Natali e Éder por toda preocupação e cuidado que sempre tiveram comigo e por todos os ensinamentos.

A minha cunhada Amanda por toda ajuda e apoio ao longo desses anos.

Ao meu amigo cipó por tantas caronas, permitindo matar a saudade da família e dos amigos.

A minha vizinha querida que com todo amor sempre me apoiou.

Aos meus amigos, em especial Jéssica Campos, Gabriela e Luiz Carlos que mesmo distante sempre me apoiaram e se fizeram presentes ao longo dessa trajetória.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela formação em Engenharia Florestal e ao programa PIBIC / CNPq por disponibilizar a bolsa.

A CEDAE pela disponibilização de material para execução do experimento.

Ao Professor e orientador Paulo Sérgio dos Santos Leles, por toda paciência, compreensão, dedicação e ensinamentos que sempre serão lembrados.

A toda equipe do LAPER, inclusive os que já se formaram. Em especial a Aline e Thasso que foram peças fundamentais na execução do experimento, além de todo companheirismo ao longo dos anos. Também ao PC, Lucas, Avner, João Elvis e Thales, por toda ajuda com os demais projetos.

Ao Técnico Sebastião, Cacá e demais funcionários do viveiro que sempre ajudaram com a execução dos experimentos e também pela amizade.

Ao professor Arthur e Engenheiro Elton por aceitarem o convite como membros da banca, pelas sugestões e correções.

A Acácia Amarela pela oportunidade de estágio, a todos os funcionários e Engenheiros da empresa, por todos os ensinamentos e pela amizade.

Agradeço também aos amigos da turma 2012-2, por toda convivência, carinho que e por fazerem essa caminhada ser mais leve. Em especial a Laiza, Nayara, Carol, Fagner, Ricardo e Pedro, por estarem ao meu lado desde os primeiros períodos.

As meninas do F3-303 pelos momentos de descontração, amizade e pela convivência ao longo desses anos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O lodo de esgoto é um produto resultante do tratamento de águas residuárias oriundo das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) que depois de estabilizado é denominado biossólido. Este componente constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes apresentando grande potencial para a produção de mudas florestais, além de reduzir os impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada desses resíduos. Objetivou-se avaliar o potencial do biossólido como componente de substrato para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia ferrea* e *Poincianella pluviosa* para fins de arborização urbana. Mudas destas espécies foram transplantadas para latas de 18 litros, quando apresentavam altura média de 30 a 40 cm, dependendo da espécie. Foram testadas proporções volumétricas de biossólido (BIO) misturado em subsolo argiloso (SA) e tratamento controle constituído por esterco bovino (EB) misturado em subsolo argiloso, constituindo as seguintes formulações: T1= 40% EB + 60% SA; T2= 20% BIO + 80% SA; T3= 40% BIO + 60% SA; T4= 80% BIO + 20%SA. Dados de altura e diâmetro de coleto foram coletados para a avaliação do experimento até 12 meses após realização de transplântio para espécies de *Handroanthus impetiginosus* e *Libidibia ferrea* e 9 meses para *Poincianella pluviosa*. Até a idade de avaliação, as mudas das três espécies avaliadas não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos utilizados, sendo possível empregar tanto o esterco bovino quanto as dosagens de biossólido avaliadas no presente estudo.

Palavras chave: Ipê-roxo, pau-ferro e sibipiruna.

ABSTRACT

The sewage sludge is a product of the wastewater treatment that is developed in the wastewater treatment plants that after stabilization is named biosolid. This component is a source of organic matter and nutrients presenting a great potential for forest seedlings production and also reducing the impacts in the environment occasioned by the inadequate disposal of this residue. This study aimed to evaluate the potential of using biosolid as a substrate component for the production of *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia ferrea* and *Poincianella pluviosa* seedlings for urban forestry. Seedlings from these species were transplanted into 18 L containers, the seedlings presented average height of 30 to 40 cm, according to the species. Different volumetric proportions of biosolid (BIO) mixed to clay subsoil were tested and a control treatment of cattle manure (CM) mixed to clay subsoil (CS), constituting the following treatments: T1= 40% CM + 60% CS; T2= 20% BIO + 80% CS; T3= 40% BIO + 60% CS; T4= 80% BIO + 20%CS. Height and collar diameter were assessed for the experiment evaluation at 12 months after transplanting for *Handroanthus impetiginosus* and *Libidibia ferrea* and at 9 months for *Poincianella pluviosa*. Up until the evaluation age, seedlings of all three species did not present significant difference between proposed treatments therefore, it is possible to use whether cattle manure or biosolid in any of the proportions presented in this work.

Key words: Ipê-roxo, pau-ferro e sibipiruna.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Produção de mudas de arborização urbana	2
2.2 Substrato	3
2.3 Lodo de esgoto	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
5. CONCLUSÃO	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: Queda de árvore sobre os tratamentos constituídos por <i>Poincianella pluviosa</i> aos 9 meses após o transplântio inviabilizando a coleta de dados para futuras análises	6
Figura 2: Altura (cm) e diâmetro (mm) a nível de coleta de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> , <i>Libidibia ferrea</i> e <i>Poincianella pluviosa</i> , respectivamente, para arborização urbana, produzidas em diferentes substratos, em diferentes épocas após o transplântio, para recipientes de 18 litros.	7

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1: Análise química do biossólido (amostra base seca) em (%), utilizado na composição de substratos para produção de mudas de três espécies usadas na arborização urbana	5
Tabela 2: Análise química de subsolo argiloso utilizado para composição de substratos para produção de mudas de três espécies usadas na arborização urbana	5
Tabela 3: Análise química do solo de quatro substratos utilizados para o crescimento de mudas de três espécies usadas para arborização urbana, plantas aos 6 meses após transplante para latas de 18 litros	9

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, grande parte da população mundial vive nos centros urbanos e com isso vem aumentando a preocupação ambiental com a arborização urbana (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002), pois além de contribuir com o conforto térmico, atua melhorando os aspectos paisagísticos da cidade. Também assume papel de importância garantindo melhorias da qualidade de vida e inúmeros benefícios ocasionados pela presença de plantas nessas áreas (MARTINI e BIONDI, 2015). Assim, é necessário que a presença das árvores e arbustos nas cidades seja bem planejada, com bom manejo e quando viável sejam realizado o plantio de mudas, sejam produzidas com qualidade e a preços acessíveis.

Para produzir mudas de arborização urbana, normalmente utiliza-se terra de subsolo para proporcionar consistência e estrutura e material orgânico para oferecer nutrientes e porosidade ao substrato (PAIVA e GONÇALVES, 2013). As mudas a serem plantadas nas vias públicas devem, entre outras características, apresentar altura da parte aérea no mínimo de 2,5 metros (CEMIG, 2011). Por isso, devem ser produzidas em recipientes com capacidade volumétrica superior a 15 litros, a fim de proporcionar condições para que o crescimento do sistema radicular seja compatível com o da parte aérea. Assim, o volume de substrato é relativamente alto, quando comparado com mudas produzidas para outros fins.

Segundo Carneiro (1995) entre os principais fatores que influenciam a qualidade das mudas florestais está o substrato utilizado. Este é o meio em que as raízes se proliferam, fornecendo suporte estrutural para a parte aérea das mudas, além de quantidades necessárias de água, oxigênio e nutrientes. Dessa forma, é necessário que os substratos ofereçam boa estrutura e consistência, além de ser suficientemente poroso, garantindo a drenagem do excesso de água e permitindo adequada aeração ao sistema radicular.

O esterco bovino é a fonte de matéria orgânica mais usada em substratos para produção de mudas de espécies nativas no estado do Rio de Janeiro (SEA, 2010). Segundo Alonso (2013) o mesmo é considerado o principal limitante da produção na região metropolitana do Rio de Janeiro, onde estão localizados a maior parte dos viveiros do estado. Este fato ocorre em virtude da atividade pecuária na região metropolitana do estado ser reduzida, dificultando a disponibilidade de esterco em quantidade e qualidade. Assim, é necessário buscar novas alternativas de fonte de matéria orgânica para produção de mudas, que seja mais disponível e de baixo custo, devido o consumo relativamente alto para produção das mudas de arborização urbana.

Entre os materiais potenciais para produção de mudas, tem-se o biossólido de lodo de esgoto. Estudos de Santos (2013), Abreu (2014), Abreu et al. (2017a) e Cabreira et al. (2017b) mostram que este material tem potencial como substrato para produção de mudas de espécies arbóreas da Mata Atlântica, uma vez que o mesmo constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas (SCHEER et al., 2012; CABREIRA et al., 2017a). Este componente apresenta grande potencial de utilização em decorrência de diversos aspectos, dentre eles o aumento da fertilidade do solo (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003; SANTOS et al., 2014;), retenção de água (BETTIOL e CAMARGO, 2006; BARBOSA et al., 2007), dentre outros benefícios.

O biossólido é um resíduo sólido obtido após o tratamento de água residuária proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto (SILVA, et al., 2004) e seco em leitos de secagem, assemelhando visualmente a composto orgânico ou a esterco bovino curtido. Este produto pode ter vários destinos, dentre eles a disposição em aterros sanitários, incineração, reutilização industrial (SILVA et al., 2002) ou ser usado para fins agrícolas e florestais (BETTIOL e CAMARGO, 2006; LIMA FILHO, 2015; ABREU et al., 2017b).

A utilização do bio-sólido para fins florestais surge como uma alternativa que apresenta diversas vantagens ambientais quando comparado com outras práticas de destinação final (FAUSTINO et al., 2005; TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003), enquadrando-se nos princípios de reutilização de resíduos de forma ambientalmente adequada e minimizando os problemas ambientais ocasionados pela disposição desses resíduos de forma inapropriada.

Um grande potencial do bio-sólido de lodo de esgoto é utilizá-lo como componente de substrato para produção de mudas para arborização urbana, contudo os estudos são escassos. As mudas da arborização urbana por serem produzidas em recipientes acima de 15 litros precisam de volume relativamente alto de fonte matéria orgânica e o bio-sólido necessita de um destino mais adequado. Outro fator importante é que o bio-sólido é gerado nas cidades e as mudas de arborização são plantadas na área urbana, com isso diminui o preço de transporte das mudas do viveiro até o local de plantio.

Objetivou-se avaliar proporções crescentes de bio-sólido como fonte de matéria orgânica na composição de substrato para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (ipê-roxo), *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) Queiroz (pau-ferro) e *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz (sibipiruna) para arborização urbana, em comparação com substrato cuja fonte de matéria orgânica é esterco bovino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de mudas de arborização urbana

A arborização urbana refere-se a toda cobertura vegetal de porte arbóreo presente nas cidades, formada por arbustos e árvores (MILANO e DALCIN, 2000). Além de contribuir de forma significativa para amenizar os efeitos da alta temperatura e desconforto ocasionado pelo grande aumento da população mundial vivendo em cidades, a arborização urbana ameniza os aspectos ambientais adversos, propiciando um ambiente visualmente agradável para a população (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002).

Uma das etapas mais importantes para garantir o sucesso dos projetos de arborização é a produção de mudas de qualidade, em quantidade e ter custo compatível. Segundo Gonçalves et al. (2004) as mudas destinadas a arborização são produzidas por métodos sexuais, através de sementes, necessitando de um tempo maior para a produção das mudas. A primeira etapa para produção segue os mesmos processos de produção de mudas para outras finalidades. O que diferencia na produção está relacionado aos tratamentos culturais diferenciados, considerando o tamanho mínimo, o tutoramento, limpeza, além das podas de condução e formação (MILANO e DALCIN, 2000; PAIVA e GONÇALVES, 2013).

As mudas destinadas à arborização urbana necessitam de um volume de substrato maior em virtude do porte das mudas a serem produzidas (PAIVA e GONÇALVES, 2013). Dessa forma, as mudas são produzidas em recipientes menores e posteriormente são transplantadas para recipientes maiores, com capacidade volumétrica em torno de 15 a 25 litros, garantindo o crescimento adequado dessas mudas (OLIVEIRA et al., 2013).

É importante salientar que as mudas sejam produzidas com qualidade, permitindo uma boa formação e estabelecimento das plantas, recebendo tratamentos silviculturais adequados no viveiro, no plantio e na manutenção, apresentando melhor desenvolvimento das espécies e menores intervenções futuras, principalmente a respeito do uso indiscriminado da poda (BIONDI et al., 2007).

As mudas destinadas para a arborização urbana devem atender a alguns parâmetros de qualidade, sendo eles: possuir tamanho mínimo de 2,50 m de altura, tronco retilíneo e

perpendicular ao nível do solo, galhos bem distribuídos e com boa inserção no tronco, recipiente de tamanho adequado, preparo com podas de condução e formação (CEMIG, 2011; PAIVA e GONÇALVES, 2013; MILANO e DALCIN, 2000), inexistência de raízes expostas na parte superior do recipiente, inexistência de danos mecânicos, primeira bifurcação com altura mínima de 1,80 m, ausência de plantas daninhas nos recipientes, rusticidade para tolerar o estresse hídrico e condições adversas e apresentar bom estado fitossanitário e nutricional (GONÇALVES et al., 2004).

2.2 Substrato

O substrato é responsável por garantir suporte estrutural das mudas, retenção de água, fornecimento de nutrientes, oxigênio, além de ter um pH compatível para facilitar o crescimento das plantas (CARNEIRO, 1995). A fase sólida do substrato é constituído de componentes orgânicos e minerais (GUERRINI e TRIGUEIRO, 2003).

Os componentes orgânicos e minerais devem ser dispostos em quantidades adequadas para suprir as necessidades das plantas, além disso, o mesmo deve ser livre de patógenos, elementos químicos em níveis tóxicos e apresentar características químicas, físicas e biológicas desejáveis, permitindo um bom crescimento do sistema radicular e da parte aérea da planta (CARNEIRO, 1995).

Segundo Zandonadi et. al. (2014) a matéria orgânica que é responsável por fornecer nutrientes, também apresenta cargas de superfície que aumentam a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, fazendo com que regule a disponibilidade de diversos nutrientes, principalmente os micronutrientes, influencia também na atividade de elementos potencialmente fitotóxicos como Al^{3+} e Mn^{2+} . O componente melhora a agregação do substrato e permite maior retenção de água, além de contribuir com os aspectos biológicos relacionados aos microrganismos benéficos presentes na matéria orgânica (CALDEIRA, 2008).

Outro fator importante a ser considerado está relacionado aos aspectos econômicos associados à disponibilidade do material em quantidade adequada e custos viáveis (FONSECA, 2001).

2.3 Lodo de esgoto

O lodo de esgoto que depois de estabilizado é chamado de bio sólido é resultado do tratamento de águas residuárias realizada nas estações de tratamento de esgoto (ETE) contendo resíduos líquidos e sólidos urbanos. O tratamento visa melhorar a qualidade da água de modo que a mesma possa ser lançada no meio ambiente, minimizando os problemas ambientais de contaminação e odor (SILVA et al., 2004).

A matéria orgânica presente no bio sólido é rica em macro e micronutrientes (MELO et al., 1994), principalmente fósforo e nitrogênio, sendo capaz de melhorar as propriedades químicas do solo (BETTIOL e CAMARGO, 2006). O potássio, de modo geral, aparece em pequenas quantidades, porém, é disponível na forma prontamente assimilável pelas plantas (NOBREGA et al., 2007). Suas partículas podem atuar melhorando a capacidade do solo em reter umidade, melhorando a capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases e fornecer nutrientes, suprimindo as necessidades das plantas de acordo com seu crescimento e desenvolvimento (CUNHA et al., 2006).

A utilização do bio sólido como componente de substrato traz consigo uma série de benefícios para a planta, uma vez que o mesmo pode proporcionar melhor aproveitamento de nutrientes quando comparado com a adubação mineral, visto que estes se encontram na forma

orgânica e são liberados gradativamente (MALDONADO, 2005). O resíduo pode ser empregado como condicionador das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (BETTIOL e CAMARGO, 2006; TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

É importante ressaltar que o bio sólido pode apresentar algumas características indesejáveis, tais como: instabilidade biológica, devido à presença de agentes patogênicos e metais pesados em quantidades que afetam de forma negativa o crescimento das plantas, esse componente inibe a decomposição de material orgânico, a mineralização do nitrogênio e a nitrificação (MAGELA et al., 2012; TSUTYA, 2007).

Dessa forma, para fazer o uso do mesmo é necessário que o bio sólido se encontre de acordo com os parâmetros aceitáveis pela legislação. No Brasil, a regulamentação para a utilização do bio sólido é realizada pela Resolução CONAMA nº 375 de 29 de agosto de 2006. A presente resolução define os critérios e procedimentos para o uso do lodo de esgoto no meio agrícola e florestal. A caracterização do lodo de esgoto deve conter os seguintes aspectos: potencial agrônômico; substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas; indicadores bacteriológicos, agentes patogênicos e estabilidade (CONAMA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Viveiro Florestal no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, RJ.

O experimento teve início em novembro de 2014 com a realização da semeadura e finalizado em março de 2016. Segundo dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação meteorológica de Seropédica - RJ, a temperatura média da região no período da realização do experimento foi de 24,2°C, sendo fevereiro o mês mais quente, com temperatura média de 27,4°C e junho o mês com a mais baixa temperatura no período da realização do experimento, com média de 21,7°C.

As espécies utilizadas foram *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos (ipê-roxo), *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) Queiroz (pau-ferro) e *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz (sibipiruna), pois são espécies largamente utilizadas na arborização urbana, sendo que, cada espécie constituiu um experimento. Os recipientes utilizados foram latas, com perfuração no fundo e capacidade volumétrica de 18 litros.

Inicialmente, as mudas foram produzidas em tubetes plásticos de 280 cm³, utilizando 80% de bio sólido (lodo de esgoto tratado e estabilizado) e 20% de fibra de coco. Os recipientes ficaram alocados ao sol, com a realização, em média, de irrigação uma vez ao dia, sofrendo variações dependendo das condições climáticas e das necessidades da planta, através de observações visuais.

O experimento foi constituído por quatro tratamentos, tendo como testemunha (T1) o substrato formado por composto de esterco bovino e subsolo argiloso na proporção volumétrica de 40-60%, respectivamente. Este é identificado como um substrato padrão utilizado por diversos viveiros produtores de mudas de espécies florestais para arborização urbana. Os outros três tratamentos foram formulados utilizando-se bio sólido, sendo: T2 formado por bio sólido e subsolo argiloso na proporção volumétrica de 20-80%, T3 bio sólido e subsolo argiloso na proporção volumétrica de 40-60% e T4 substrato formado por bio sólido e subsolo argiloso na proporção volumétrica de 80-20%, respectivamente. O bio sólido utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Alegria, no Rio de Janeiro, bairro Caju e foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE). O esgoto tratado pela ETE Alegria é derivado de áreas

urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais. A estação conta com sistema de tratamento secundário de lodos ativados e adensamento de lodo secundário através de centrífugas. Após o processo de desaguamento em centrífugas, os lodos passam por processo de desidratação permanecendo por aproximadamente 90 dias em leitos de secagem a pleno sol, atingindo umidade por volta de 30%. O resultado da análise química do biossólido utilizado encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Análise química do biossólido (amostra base seca) em %, utilizado na composição de substratos para produção de mudas de três espécies usadas na arborização urbana.

^{*1} pH	^{*4} N	^{*2} P	^{*2} K ⁺	^{*3} Ca ²⁺	^{*3} Mg ²⁺	^{*3} Al ³⁺	^{*5} M.O.
5,5	1,94	0,81	0,19	1,59	0,19	2,72	35,3

^{*1}pH em água: Potenciometria; ^{*2}N: Kjeldahl; ^{*3}P: Método Colorimétrico; ^{*4}K: Fotometria de chama; ^{*5}Ca, Mg e Al: Espectrometria de absorção atômica; ^{*6}Matéria orgânica(M.O): Gravimétrico.

O esterco bovino utilizado foi retirado do curral de gado de leite da Estação de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO), unidade Seropédica, onde a alimentação dos animais é a base de capim elefante e ração, complementado com pastejo em áreas com predomínio de capim colônia. Após retirar do curral o esterco foi deixado em monte ao ar, por aproximadamente 30 dias, para estabilização. O subsolo utilizado é proveniente de camada de 40 – 200 cm de profundidade e foi coletado em Seropédica, RJ. A análise química do subsolo argiloso encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Análise química de subsolo argiloso utilizado para composição de substratos para produção de mudas de três espécies usadas na arborização urbana.

pH (H ₂ O)	P -----mg L ⁻¹ -----	K	Ca	Mg	Al	H+Al -----Cmol _c dm ⁻³ -----	T	V -----%-----	m
4,3	11	8	0,8	0,6	2,6	6,4	7,84	18	64,36

* pH em água – Relação 1:2,5; P e K extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al extrator de KCl 1,0 mol/L; H+Al extrator de acetato de cálcio; V= índice de saturação por bases; m= índice de saturação por alumínio; T= capacidade de troca catiônica a pH = 7,0.

Todos os componentes de substratos foram peneirados em peneira com furos de aproximadamente 2 cm.

Cinco meses após a realização da semeadura (março de 2015), foram selecionadas 24 mudas de cada espécie, que apresentaram altura e diâmetro mais uniforme, totalizando 72 mudas. As mudas selecionadas foram transplantadas para latas com capacidade volumétrica de 18 litros. As latas foram cheias com o auxílio de pá, até aproximadamente 2 cm da borda, certificando-se que os mesmos estavam com boa compactação a fim de evitar espaços sem preenchimento. Assim, foram utilizados cerca de 15 litros de substratos para cada recipiente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído por quatro tratamentos, com seis repetições, sendo 24 plantas para cada espécie.

Logo após o transplante (início de junho de 2015) mediu-se a altura da parte aérea e o diâmetro de coleto com auxílio de régua graduada e paquímetro digital, respectivamente, para ter as dimensões das mudas no tempo zero. Estas avaliações também foram realizadas aos 3, 6, 9 e 12 meses após transplantio, exceto para *Poincianella pluviosa* que teve a última

medição realizada aos nove meses devido à queda de uma árvore ocasionada por fortes ventos, que acabou quebrando boa parte das mudas, inviabilizando as medições (Figura 1).



Figura 1: Queda de árvore sobre os tratamentos constituídos por *Poincianella pluviosa* aos 9 meses após o transplântio inviabilizando a coleta de dados para futuras análises.

A partir de seis meses após o transplântio, as mudas foram tutoradas com bambu e barbante e realizadas podas de condução e de formação.

Ao longo do experimento foi realizada capina manual para retirada de plantas espontâneas evitando a competição com as espécies de interesse.

Em setembro de 2015 (seis meses após o transplântio), com uso de um trado, foram retiradas amostras de substratos de todas as latas e constituídas as amostras compostas por substratos, sendo misturadas as amostras das três espécies, as quais foram enviadas para laboratório de solos para determinação de características químicas.

Os dados obtidos através das medições foram processados, analisados e para cada espécie e tratamento foram elaborados gráficos de crescimento em altura e diâmetro de coleto.

Os dados da última medição (12 meses após transplântio para *Handroanthus impetiginosus* e *Libidibia ferrea*, e nove meses para *Poincianella pluviosa*) foram submetidos a análise de variância ($P \geq 0,95$), utilizando software Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de diâmetro de coleto e de altura da parte aérea, em cada idade avaliada estão relativamente próximos, indicando que aparentemente os substratos não influenciaram o crescimento das mudas das três espécies utilizadas (Figura 2). Este fato é confirmado pelos resultados da análise de variância realizados na última medição, onde constatou-se, para cada espécie, não haver diferenças significativas na altura da parte aérea e diâmetro do coleto das mudas na última medição, a nível de 95% de probabilidade.

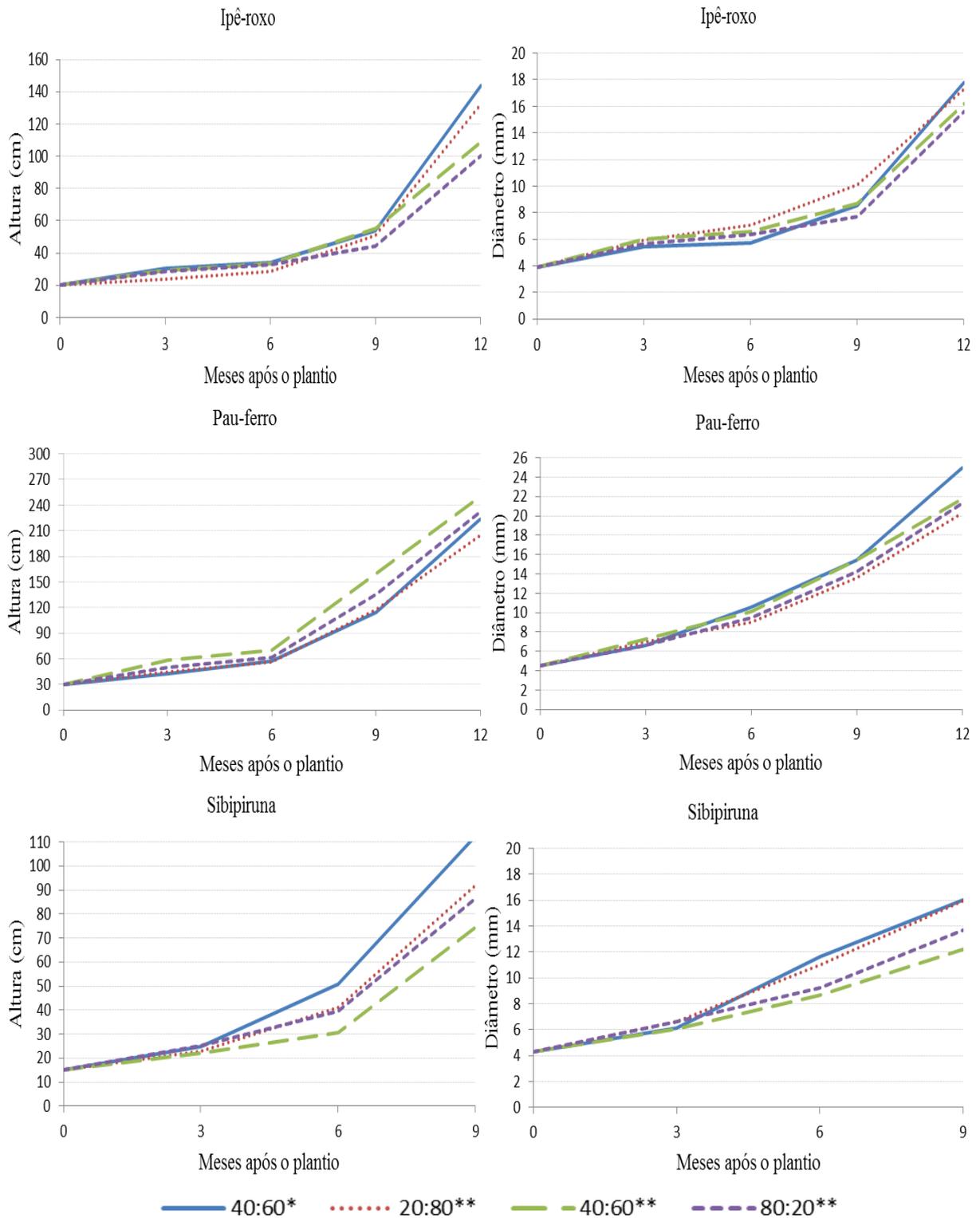


Figura 2: Altura e diâmetro do coleto de mudas de três espécies florestais para arborização urbana, produzidas em quatro substratos, em diferentes épocas após o transplante, para recipientes de 18 litros.

*Proporções volumétricas, em sequência de esterco e subsolo argiloso. **Proporções volumétricas, em sequência de biossólido e subsolo argiloso.

Esperava-se que as mudas produzidas em maiores proporções de biofóssido apresentariam melhores resultados, devido ao maior teor de matéria orgânica do substrato, bem como de respostas das espécies florestais nativas a biofóssido dos trabalhos realizados por Santos (2013), Fonseca (2015), Lima Filho (2015) Cabreira et al. (2017b). Exceto Lima Filho (2015), demais trabalhos testaram diferentes composições de substrato utilizando biofóssido proveniente da mesma estação de tratamento, esterco e subsolo deste trabalho, para produção de mudas de espécies florestais usadas em restauração florestal, utilizando sacos plásticos de 9,7 x 20 cm (diâmetro x altura). Santos (2013) constatou que aproximadamente 4 meses após a semeadura, mudas de *Anadenanthera macrocarpa* e *Schinus terebenthifolius* em substrato com percentagem de 80% de biofóssido e para *Pseudobombax grandiflorum* uma proporção de 20% foram as que produziram mudas de maiores dimensões. Cabreira et al. (2017a) produzindo mudas de *Peltophorobium dubim*, *Lafoensia pacari* e *Ceiba speciosa* observaram que as mudas produzidas com maiores proporções de biofóssido apresentaram menor tempo para formação das mudas, em comparação ao substrato utilizando-se esterco bovino, evidenciando o potencial de redução do tempo das mudas com o uso de biofóssido, sendo indicada a quantidade entre 40 a 80% de biofóssido na composição do substrato. Fonseca (2015) trabalhando com mudas de *Paubrasilia echinata*, *Dalbergia nigra* e *Cariniana legalis* observou que as mudas das duas primeiras espécies apresentaram melhores crescimentos nos tratamentos com maiores doses de biofóssido. *Cariniana legalis* não apresentou diferença significativa no crescimento das mudas, sendo indicado pelo autor a proporção de 80% de biofóssido para produção das espécies utilizadas.

É importante salientar que mudas para arborização urbana, segundo CEMIG (2011) deve apresentar altura mínima de 2,5 metros. Assim, ao observar os gráficos da Figura 3, constata-se que as mudas de nenhuma das espécies e tratamento atingiram este valor médio, sendo interessante, em trabalhos futuros, o acompanhamento do crescimento das plantas em idades mais avançadas.

Lima Filho (2015) avaliou os efeitos de doses crescentes de biofóssido no crescimento e nutrição da *Ceiba speciosa*, utilizando terra da camada de 0-40 cm de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. O experimento foi realizado utilizando vasos de 18 litros, sendo os tratamentos formados pela testemunha (constituído apenas por solo), dosagens de 5%, 9%, 18% e 37% de biofóssido. O autor observou que independente da dose de biofóssido empregado, o crescimento médio das plantas foi mais acelerado, quando comparado ao tratamento testemunha. Fato este também observado no presente estudo. A dose ideal para maior crescimento das plantas se encontrou entre 23 e 25% de biofóssido por planta, sendo a dosagem compatível com o T2 deste experimento, a menor dose de biofóssido (4,7%) foi capaz de suprir as demandas nutricionais e proporcionando crescimento satisfatório às plantas. No trabalho de Lima Filho (2015), aos seis meses após a instalação do experimento, o autor constatou-se que a adição do biofóssido influenciou na maioria das características químicas do solo, como elevação dos teores de P e Ca e aumento da CTC, com o aumento das dosagens de biofóssido.

Provavelmente, devido ao tempo relativamente longo que as mudas permaneceram no viveiro e pelas condições ambientais controladas, além da própria demanda nutricional das espécies, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Este fato pode ser inferido pela Tabela 3, onde, de modo geral, os níveis de nutrientes são considerados bons para as espécies florestais, de acordo com informações de Furtini Neto et al. (2000), aos 6 meses após o transplântio das mudas para as latas de 18 litros.

Tabela 3: Análise química dos quatro substratos utilizado para o crescimento de mudas de três espécies usadas para arborização urbana, aos 6 meses após transplante para as latas de 18 litros.

Substrato	pH (H ₂ O)	N dag/kg	P -----mg/ dm ³ -----	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺ ----- Cmol _c /dm ³ -----	Al ³⁺	T	V -----%-----	m
40:60*	5,4	0,11	311	200	6,1	2,45	0,0	11,2	80,5	0,0
20:80**	5,1	0,17	168	36	4,2	0,42	0,1	8,4	55,1	2,1
40:60**	5,1	0,19	307	48	5,8	0,30	0,1	11,9	52,1	1,6
80:20**	4,9	0,19	452	64	6,7	0,10	0,1	15,5	44,7	1,4

*Proporções volumétricas, em sequência de esterco bovino e subsolo argiloso. **Proporções volumétricas, em sequência de biossólido e subsolo argiloso.

pH em água; N (N total): Digestão sulfúrica – Destilação Kjeldhal; P e K: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator de KCl 1 mol/L; T- Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V= Índice de saturação por bases; m = Índice de saturação por alumínio.

As amostras de solos de todos os substratos apresentaram teoricamente indicadores de pH não adequados, pois segundo Carneiro (1995) o pH ideal que permite boa absorção de nutrientes pelas plantas está na faixa de 5,5 a 6,5. Apenas o tratamento constituído por esterco bovino chegou próximo a esta faixa. Bezerra et al. (2006) usando o biossólido em revegetação de área degradada também observaram redução do pH nas maiores dosagens de biossólido utilizadas, atribuindo este resultado à presença de ácidos orgânicos produzidos durante o processo de decomposição microbiológica da matéria orgânica. Segundo este trabalho e de Simonete et al. (2003) a redução de pH com lodo de esgoto é um processo resultante das reações de nitrificação, oxidação de sulfite e produção de ácidos orgânicos produzidos durante a decomposição microbiológica da matéria orgânica encontrada no biossólido. Lima Filho (2015) observou, que aos 6 meses após o transplante das mudas de paineira, o tratamento com 9% de biossólido apresentou pH, em média, significativamente superior ($P > 0,95$) onde não houve aplicação de biossólido. Observou também que com as doses crescentes exponencialmente de biossólido não foram constatadas alterações significativas de pH.

Aos seis meses após o transplante, os teores de nitrogênio foram maiores nos substratos compostos por biossólido, mesmo nas menores dosagens utilizadas, quando comparado com o tratamento constituído por esterco bovino. Isto ocorreu devido, o biossólido apresentar o nitrogênio como o macronutriente em maior abundância no biossólido (Caldeira et al., 2012, Abreu et al, 2017b). Resultado semelhante também foi encontrado por Fonseca (2015), os substratos contendo as maiores dosagens de biossólido apresentaram maiores teores de nitrogênio. Queiroz (2014) ao estudar o comportamento de mudas de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) produzidas em saco de polietileno com dimensões de 15x9 cm, empregando biossólido como componente de substrato observou que o teor de nitrogênio presente no biossólido era consideravelmente maior em relação ao solo utilizado. Lima filho (2015) constatou não haver diferenças significativas nos teores de nitrogênio e magnésio, seis meses após o plantio das mudas nas doses crescentes de biossólido usadas. Segundo este último autor, a possível explicação para a falta de diferenças é decorrente das características do solo e da demanda nutricional da espécie, tendo parte dos elementos lixiviada com a água percolada pelos vasos ou absorvida pelas plantas.

Os baixos teores de potássio encontrados nos tratamentos que levaram o biossólido em sua composição, quando comparado com o tratamento testemunha, constituído por esterco bovino é devido este elemento ser altamente solúvel em água (ABREU, 2014; ABREU et al., 2017a), sendo perdido com efluentes líquidos durante o processo de tratamento de esgoto, ocasionando assim, alterações nos teores de material orgânico (OLIVEIRA et al., 1995).

Constata-se que os maiores teores de magnésio foram obtidos no substrato contendo esterco bovino. Este fato também foi evidenciado por Cunha et al. (2006), ao avaliar o diferentes substratos utilizados para o crescimento de mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis*. Estes autores observaram que o substrato contendo horizonte Bw com areia lavada e lodo de esgoto apresentou maior teor de magnésio quando comparado com os substratos que levaram lodo de esgoto em sua composição.

Os teores de Al^{+3} dos substratos aos 6 meses após o plantio, indicaram que mesmo utilizando dosagens mais elevadas de biossólido, não ocorreu aumento do mesmo. A utilização de biossólido normalmente aumenta os teores de matéria orgânica e segundo Freire et al. (2013) a sua presença promove a complexação do alumínio, formando quelatos e reduzindo seu efeito tóxico, em consequência, os teores de Al^{+3} presente no solo diminuem. Conforme observado no trabalho de Lima Filho (2015), a menor dosagem de biossólido resultou na redução drástica da concentração de Al^{+3} , indicando o potencial que este composto possui na complexação deste elemento.

A capacidade de troca catiônica (CTC) apresentou aumento de acordo com o acréscimo da quantidade de biossólido utilizada para cada tratamento. Isto pode ser devido ao aumento do teor de matéria orgânica, que, por sua vez, altera o complexo coloidal no solo, de forma que surgem cargas superficiais e conseqüentemente a elevação da CTC (BEZERRA et al., 2006). Bovi et al. (2007) confirmaram o efeito benéfico da matéria orgânica para composição dos substratos, provocando o incremento na capacidade de troca catiônica do solo (CTC). Os mesmos avaliaram os efeitos de doses de lodo de esgoto sobre a precocidade de colheita e a produção de palmito de *Bactris gasipaes*, usando doses anuais crescentes de lodo, os resultados apresentaram resposta linear positiva de acordo com as doses utilizadas. Além disso, o lodo de esgoto no sulco de plantio permitiu antecipar a primeira colheita de palmito de pupunha em mais de três meses, mostraram seu potencial de uso na agricultura.

Os resultados obtidos pela análise química do substrato (Tabela 3) apontam que o T1 constituído por 40% de esterco bovino apresentaram resultados semelhantes quando comparado com o T3 constituído por 40% de biossólido. Observa-se maiores teores de nitrogênio no T3 em virtude da grande quantidade desse nutriente presente no biossólido baixo teor de potássio, os valores de pH também foram bem próximos, sendo 5,4 para o T1 e 5,1 para o T3. Os teores de fósforo e cálcio foram semelhantes, corroborando o potencial do biossólido como constituinte de substrato em substituição ao esterco bovino.

5. CONCLUSÃO

Até a idade avaliada e as condições que foi realizado o experimento, para a produção de mudas de *Handroanthus impetiginosus*, *Libidibia ferrea* e *Poincianella pluviosa* para arborização urbana pode ser utilizado tanto o esterco bovino, quanto as proporções de biossólido. É importante ressaltar que para a escolha do substrato, devem-se avaliar os custos de transporte dos componentes até o viveiro.

Em virtude da necessidade de melhorar a destinação de biossólido produzido pelas estações de tratamento de esgoto, recomenda-se o uso deste produto na proporção de 80%,

como componente de formação de substrato, para produção de mudas para arborização urbana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.H.M. **Biossólido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica**. 2014. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ABREU, A. H. M.; MARZOLA, L. B.; MELO, L. A.; LELES, P. S. S.; ABEL, E. L. S.; ALONSO, J. M. Urban solid waste in the production of *Lafoensia pacari* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 2, p. 83 – 87, 2017a.

ABREU, A. H. M., LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABEL, E. L. S.; OLIVEIRA, R. R. Characterization of sewage sludge generated in Rio de Janeiro, Brazil, and perspectives for agricultural recycling. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.38, n.4, p. 1710-18, 2017b.

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

BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I. C. B. Avaliações de Propriedades físicas de um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto por dois anos consecutivos. **Sanare**, Curitiba, v. 17, n. 17, p. 94-101, 2007.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura. In: MACEDO, J. R.; SOUZA, M. D.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S. **Atributos físicos e hídricos em solo tratado com lodo de esgoto**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Cap. 11, p. 193-205.

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, 2006.

BIONDI, D.; LEAL, L.; COBALCHINI, J. L. Tratamentos silviculturais em mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. para arborização de ruas. **Floresta**, Curitiba, v. 37 p. 437-444, n. 3, 2007.

BOVI, M. L. A.; JÚNIOR, G. G.; COSTA, A. D.; BERTON, R. S.; SPIERING, S. H.; VEGA, F. V. A.; CEMBRANELLI, M. A. R.; MALDONADO, C. A. B. Lodo de esgoto e produção de palmito em pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31. p. 153-166, 2007.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ARAÚJO, E. J. G.; SILVA, E. V.; LISBOA, A. C.; LOPES, L. N. Produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* utilizando biossólido como

substrato em diferentes recipientes e fertilizantes. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 18, n. 2, p.30-42, 2017a.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; SANTOS, G. R.; LOPES, N. F. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, Curitiba, v. 47, n.2, p 165-176, 2017b.

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

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

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

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG/Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Define os critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e dá outras providências: Resolução nº. 375, de 29 de agosto de 2006**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

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

FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 278-282, 2005.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.; POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: EMBRAPA; Seropédica: UFRRJ, 2013, 430p.

FONSECA, A. C. **Biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais vulneráveis a extinção**. 2015. 17f. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

FONSECA, T. G. **Produção de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURTI, N.; MOREIRA, F. M. S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.

LIMA FILHO, P. **Biossólido na restauração florestal: produção de mudas e adubação de plantio**. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MAGELA, M. L. M.; CAMARGO R.; SOUZA M. F.; FILHO A. A.; PAULA C. O.; Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 14; p. 166, 2012.

MALDONADO, C. A. B. **Biossólido na implantação da cultura da pupunheira: efeitos na precocidade, na produção e nos teores de nutrientes e metais pesados no palmito**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, v. 22, n. 2, p. 182-193, 2015.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R. A.; LEITE, S. A. S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, p. 449-455, 1994.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

NOBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NOBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

OLIVEIRA, A. F.; PEREIRA, G. A.; PEREIRA, J. A.; CASTRO, P. M.; COELHO, S. J. Produção e doação de mudas realizadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e a percepção de moradores quanto ao plantio destas em áreas urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, n. 4, p. 47-58, 2013.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agricola**, Piracicaba, n. 2, p. 360-367, 1995.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Produção de mudas para arborização urbana**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 171 p.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D, F. **Boletim acadêmico, série: Arborização urbana.** Jaboticabal, UNESP, Jaboticabal, SP, 74 p. 2002.

QUEIROZ, I. R. **Produção de mudas de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em substrato contendo lodo de esgoto.** 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG.

RODRIGUES, C. A. G.; BEZERRA, B. C.; ISHII, I. H.; CARDOSO, E. L.; SORIANO, B. M. A.; OLIVEIRA, H. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS.** Corumbá: Embrapa Pantanal, p. 26, 2002.

SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W.; AZEVEDO, C. H.S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014.

SANTOS, G. R. **Uso de biossólido na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais da Mata Atlântica.** 2013. 32 f. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

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.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE – SEA-RJ. **Diagnostico da produção de mudas de espécies nativas no Estado do Rio de Janeiro.** 1º edição. Rio de Janeiro. 63 p. 2010.

SILVA, J. E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II – Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 497-503 2002.

SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; MARTIN NETO, L.; MILORI, D. M. B. P.; SIMÕES, M. L.; HANEDA, R. N.; FIALHO, L. L.; LEONELLI, F. C. V. **Método de aproveitamento de biossólido proveniente de lodo de esgoto residencial através de processo de compostagem seguido de biodigestão anaeróbia.** Relatório Técnico. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004.

SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

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.

TSUTIYA, M. T. Qualidade de biossólidos produzidos em estações de tratamento de esgotos da região metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA

SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001b, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2001b. p. 1-6.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS M. P.; MEDICI L. O.; SILVA J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 14-20, 2014.