



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

VIOLAINE DE FREITAS VIÉGAS

**BIOSSÓLIDOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE AROEIRA-PIMENTEIRA EM
TUBETES**

Prof^o. Dr^o. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017



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

VIOLAINE DE FREITAS VIÉGAS

**BIOSSÓLIDOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE AROEIRA-PIMENTEIRA EM
TUBETES**

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

Prof^o. Dr^o. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, pela força e sabedoria, sempre guiando meus passos e cuidando de mim.

Ao meu pai Vinícius, por todo o amor, pelo carinho e cuidado, que sempre acreditou em mim e me apoiou quando cogitei a ideia de vir estudar na UFRRJ e sei que hoje do céu me guia e protege.

A minha mãe Sônia Maria, por todo amor, por todo carinho e cuidado, pela confiança e apoio, por embarcar comigo nesse sonho, por todo esforço e investimento, por nunca ter me deixado desistir e que junto comigo se alegrou e sofreu por cada acontecimento durante a graduação.

Aos meus irmãos Vinícius e Victor, por sempre estarem ao meu lado no que fosse preciso.

Aos meus tios Manuel e Virgínia, por toda a ajuda na graduação.

A Eder Costa, por todo o amor, carinho, companheirismo e esforço, pela ajuda quando não tinha mais forças para continuar e pela grande ajuda com o experimento.

As minhas amigas Blenda Moura, Fernanda Lima e Marina Queiroga, minha família ruralina, pela amizade, companheirismo, conselhos e incentivos, que fizeram a graduação ser mais divertida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela experiência incrível que tive durante a graduação e por proporcionar um ensino público e de qualidade.

Ao meu professor e orientador José Carlos Arthur Junior, por ter sido o idealizador desse trabalho, pela orientação, ensinamentos e paciência.

Aos membros da banca, Alan Abreu e Jorge Alonso, pela contribuição valiosa. Aos suplentes Elton Abel e Emanuel Araújo pela disposição.

A CEDAE, pelo fornecimento do biossólido para o viveiro, permitindo nosso trabalho com ele.

A Tião do Viveiro Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ, pela amizade e ajuda.

Ao LAPER por estar sempre de portas abertas, permitindo que eu fizesse medições e ao Thales Lima que me ajudou nas fotos e no que fosse preciso no laboratório.

Aos amigos que fiz no curso, Hudson Mota, Jayna Eloy, José Eduardo (Paizão) e Jucilene Reis, pela amizade, companheirismo, por compartilharmos os mesmos sofrimentos e alegrias do curso sempre nos ajudando e apoiando, com vocês foi mais fácil encarar a graduação. Juci, minha parceira, onde uma sempre ajudava a outra embaixo de sol ou chuva nos experimentos e no que fosse preciso.

A turma 2011-2 por ser uma turma incrível, pelas histórias e sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso.

RESUMO

Objetivou-se: i) avaliar bioossólidos de lodo de esgoto de diferentes estações de tratamentos de esgoto (ETEs) como substrato para produção de mudas de aroeira-pimenteira em tubetes; ii) avaliar se a poliacrilamida catiônica presente no bioossólido interfere no crescimento das mudas; iii) avaliar se a adição de pó de coco é capaz de suplementar a necessidade hídrica das mudas. O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, formulando-se cinco substratos: ALE (100% bioossólido ETE Alegria), ALE_PC (50% bioossólido ETE Alegria + 50% pó de coco), ILHA (100% bioossólido ETE Ilha), ILHA_PC (50% bioossólido ETE Ilha + 50% pó de coco), SC (50% substrato a base de casca de pinus e vermiculita + 50% pó de coco). Casualizou-se quatro repetições de 10 mudas de cada substrato. A mensuração da altura da parte aérea ocorreu entre 40-120 dias, e a do diâmetro de coleto, da massa de matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e do total aos 120 dias. Com base nos parâmetros morfológicos calculou-se o índice de qualidade de Dickson. Os bioossólidos ALE e ILHA apresentaram mudas com desenvolvimento e qualidade igual ou superior ao SC. O ALE, provavelmente mais fértil, produziu mudas superiores, e a poliacrilamida catiônica não reduziu o desenvolvimento e a qualidade das mudas. A adição de pó de coco reduziu a fertilidade dos bioossólidos ALE e ILHA, e conseqüentemente o desenvolvimento e a qualidade das mudas, não sendo necessária adição do mesmo aos bioossólidos.

Palavras chaves: Mata Atlântica, resíduos orgânicos, reciclagem

ABSTRACT

The objective was: i) to evaluate sewage sludge biosolids from different waste water treatment plants (WWTP) as substrate for production of rose-peppertree seedlings in tubes; ii) to evaluate if the cationic polyacrylamide present in the biosolid affect the growth of the seedlings; ii) to evaluate if the addition of coconut powder is able to supplement the water requirement of the seedlings. The experiment was carried out in the nursery of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, formulating five substrates: ALE (100% biosolids ETE Alegria), ALE_PC (50% biosolids ETE Alegria + 50% coconut powder), ILHA (100% biosolids ETE Ilha), ILHA_PC (50% biosolids ETE Ilha + 50% coconut powder), SC (50% substrate based on pine bark and vermiculite + 50% coconut powder). Four replicates of 10 seedlings of each substrate were randomized. Measurement of shoot height occurred between 40-120 days, and at 120 days for root collar diameter, shoot, root and total dry mass. Based on this morphological parameters, the Dickson quality index was calculated. The biosolids ALE and ILHA presented seedlings with growth and quality equal or higher than SC. The ALE, probably more fertile, produced superior seedlings, and the cationic polyacrylamide did not affected the growth and quality of the seedlings. The addition of coconut powder reduced the fertility of the ALE and ILHA biosolids, and consequently the growth and quality of the seedlings, showing that there were no need to add this material to biosolids.

Keywords: Atlantic Forest, organic residues, recycling

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Mata Atlântica.....	3
2.2. Substrato	4
2.2.1. Biossólido de lodo de esgoto	4
2.2.2. Pó de coco.....	6
2.3. Aroeira-pimenteira.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5. CONCLUSÃO	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Crescimento médio em altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura x diâmetro do coleto (H:DC), acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR) e total (MST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de aroeira-pimenteira aos 120 dias após a semeadura.	10
Tabela 2 - Média dos teores de nutrientes, matéria orgânica e pH presentes em lotes de biossólido das estações de tratamento de esgoto (ETE) Alegria e Ilha do Governador, localizados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, RJ (Adaptado de ABREU et al., 2017).	10

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de aroeira- pimenteira aos 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 280 cm³ 11
- Figura 2 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de aroeira-pimenteira aos 40, 60, 90 e 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 280 cm³. 12

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada um “hotspot” de biodiversidade, com mais de 20 mil espécies de plantas, sendo 8 mil endêmicas. Estendia-se a 17 estados brasileiros, ocupando uma área de 1.315.460 km². Ao longo do tempo foi reduzindo sua área pela exploração do pau brasil, ciclos econômicos como o da cana de açúcar, do café e do ouro, expansão da agricultura, da pecuária, da exploração de madeira e ocupação desordenada dos centros urbanos, restando atualmente apenas 8,5% da área em fragmentos florestais (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Nela vive 72% da população brasileira, provocando desmatamento, poluição, crise hídrica e ameaça de extinção de espécies (IBGE, 2010).

Diante dessa situação, é extremamente importante a recuperação de áreas desmatadas dentro do bioma Mata Atlântica, sendo o plantio de mudas uma das técnicas utilizada. De acordo com o Pacto da Mata Atlântica (2009) foram identificados 15 milhões de hectares passíveis de restauração florestal, sendo estabelecida como meta a restauração dessas áreas até 2050 (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Entre as espécies florestais utilizadas nos plantios de restauração, destaca-se a *Schinus terebinthifolius*, conhecida popularmente como aroeira-pimenteira. É uma espécie nativa, recomendada para recuperação de áreas degradadas e ciliares por ter caráter de pioneirismo e rusticidade. Pode atingir de 5 a 10 metros de altura, possui alta plasticidade ecológica e com isso está presente em vários ambientes e formações vegetais. Além disso, tem importância comercial, com propriedades medicinais, fotoquímicas e alimentícias. A madeira resistente é utilizada como cercados por conta da durabilidade, lenha e carvão. É utilizada na arborização urbana, na produção de mel por possuir flores melíferas e na produção de tintas para tingimento de tecidos (LENZI; ORTH, 2004).

Com o aumento populacional vem crescendo a geração de resíduos urbanos, entre eles o esgoto, que após receber o devido tratamento nas estações geram significativa quantidade do resíduo sólido denominado como lodo de esgoto. Esse material vem sendo descartado em aterros sanitários, porém estudos têm demonstrado que pode ser reaproveitado na área agrícola e florestal como fertilizante, melhorando os atributos físicos e químicos do solo e de substratos (UESUGI, 2014). Após tratado, higienizado e estabilizado o lodo de esgoto é conhecido como biossólido, sendo um material rico em matéria orgânica e em macro e micronutrientes (PINHEIRO; SÍGOLO, 2007). Para produção de mudas florestais, Gonçalves et al. (2000) sugerem dar prioridade ao uso de substratos que apresentam na sua composição resíduos industriais ou urbanos, pois, além de diminuir um problema ambiental, geralmente são uma garantia de se ter o fornecimento de matéria-prima durante um longo período e a baixo custo (MIRANDA, 2017).

De acordo com Abreu et al. (2017), os biossólidos de diferentes estações podem apresentar variações nutricionais em função das características dos afluentes, pelo tratamento realizado no esgoto, no lodo e na estabilização do mesmo. Um dos fatores que podem afetar a qualidade do biossólido para produção de mudas florestais seria a adição do polímero poliacrilamida catiônica, na etapa de adensamento e desaguamento, a qual tem por objetivo aglutinar a matéria orgânica e auxiliar na desidratação do lodo. Seu uso é necessário para auxiliar no transporte, pois reduz a quantidade de água presente no biossólido e aumenta a quantidade de sólidos do mesmo, consequentemente diminuindo os custos e aumentando a

quantidade transportada. No entanto, a presença desse polímero pode alterar a capacidade de retenção de água do biossólido como substrato, o que seria indesejável na produção de mudas.

Diante do contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar biossólidos de lodo de esgoto de diferentes estações de tratamentos como substrato para produção de mudas de aroeira-pimenteira em tubetes. Como objetivos específicos, avaliar se a presença da poliacrilamida catiônica no biossólido reduz o crescimento das mudas, e avaliar se a adição de pó de coco é capaz de suplementar a necessidade hídrica das mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais ricos do planeta em diversidade de fauna e de flora. Ocorre ao longo da costa brasileira, presente do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul e regiões do Sul e Sudeste, chegando ao Paraguai e Argentina. Possui grande diversificação ambiental com florestas de planície e altitude, matas costeiras e de interior e ecossistemas associados como manguezais, restingas e campos de altitude. Em alguns trechos a densidade por área de espécies é maior que da Amazônia (LIMA; CAPOBIANCO, 1997). Há alto nível de espécies endêmicas, onde 2.300 espécies de vertebrados e 20.000 espécies de plantas vasculares, respectivamente, 32% e 40% destas espécies são endêmicas do bioma (PINTO et al., 2006).

Apesar da Mata Atlântica ser um dos 25 “hotspots” mundiais de biodiversidade, já teve 92% de sua área desmatada, ocupando um território de 1,1 milhão de km², que se encontra bastante fragmentado (TABARELLI et al., 2005). O desmatamento teve início no período colonial com intensa exploração do pau-brasil, espécie que era bastante abundante e deu origem ao nome do Brasil, continuando até os dias atuais com perda de área para a produção agropecuária, ocupação territorial e obras de infraestrutura (YOUNG, 2006).

A Mata Atlântica com apenas 8% de sua área original continua ameaçada, principalmente pelo fato de que 72% da população brasileira vive na área de ocorrência do bioma, e conseqüentemente provoca desmatamento, poluição, crise hídrica e ameaça e extinção de espécies animais e vegetais (FONTOLAN et al., 2013). De todas as espécies de animais ameaçadas de extinção no Brasil, aproximadamente 84% destas, encontram-se na Mata Atlântica (LIMA; CAPOBIANCO, 1997).

A conservação e a restauração da Mata Atlântica é difícil pelo seu estado de fragmentação, conseqüentemente afetando a sobrevivência de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. As unidades de conservação de proteção integral, consideradas como a melhor forma de se conservar o bioma, representam hoje menos de 2% da área de extensão do bioma. As 800 unidades de conservação federais e estaduais não conseguem ser eficientes em fazer o manejo e a proteção de suas áreas de forma adequada (PINTO et al., 2006).

A restauração da Mata Atlântica é importante, porque além de ser um dos biomas com maior diversidade biológica do mundo, possui diversas nascentes de rios que beneficiam mais de 100 milhões de pessoas, controla o clima, garante solo fértil e protege as encostas das serras (LIMA; CAPOBIANCO, 1997).

Para preservar e conservar o bioma, as estratégias adotadas por alguns municípios são a criação de unidades de conservação, o monitoramento das áreas e a construção de corredores de biodiversidade entre os fragmentos. A construção desses corredores de biodiversidade tem por objetivo conectar os fragmentos e evitar a extinção de espécies por isolamento, garantindo a diversidade genética entre as espécies (PINTO et al., 2006).

Segundo dados do Pacto da Mata Atlântica (2009) existem aproximadamente 939.800 hectares passíveis de restauração florestal (RODRIGUES et al., 2006). O plantio de mudas é o método mais praticado para restauração florestal, pois mudas de qualidade podem garantir a sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas em campo (LACERDA; FIGUEIREDO, 2009). A muda de qualidade apresenta o sistema radicular e a parte aérea melhor formada,

umentando a sobrevivência e o crescimento após o plantio, o que resulta num menor crescimento de plantas invasoras já que as mudas terão maior poder de competição, obtendo melhor resultado num reflorestamento (LELES et al., 2001).

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas com a qualidade desejada, o substrato de cultivo é de grande relevância, pois é nele que as raízes se fixam para absorver água e nutrientes para suprir o crescimento das mudas.

2.2. Substrato

Lopes (2004) define o substrato como o material utilizado como substituto do solo. O substrato é um dos fatores que influencia a produção de mudas de boa qualidade (FILHO et al., 2003), pois é nele que se terá a retenção de água, a sustentação, o fornecimento de oxigênio e de nutrientes para a planta (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). O mesmo deve apresentar porosidade suficiente para garantir boa aeração, drenagem e umidade adequada para o desenvolvimento da planta (ZIETEMANN; ROBERTO, 2007).

É desejável que o substrato permita o crescimento da muda com qualidade, no menor tempo de formação possível e tenha baixo custo (CUNHA et al., 2006). O substrato ideal deve apresentar características físico-químicas necessárias para que proporcionem boa consistência, estrutura, capacidade de retenção de água, porosidade, seja livre de insetos, patógenos e sementes de plantas invasoras (SIMÕES et al., 2012). De modo geral, há propriedades químicas e físicas que geralmente são utilizadas para caracterização do substrato. As mais utilizadas para as propriedades químicas são: pH, CTC, a salinidade (condutividade elétrica) e teor de matéria orgânica. Para as propriedades físicas são: densidade, porosidade, disponibilidade de água e ar (SCHMITZ et al., 2002). As características químicas podem ser corrigidas com fertilizações de base e de cobertura, enquanto as físicas não são manejáveis depois do preenchimento dos recipientes com o substrato (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Além das propriedades físico-químicas e biológicas, na escolha do substrato também se deve considerar a espécie que será cultivada, bem como os aspectos econômicos relacionados aos custos de cada componente (PADOVANI, 2006). Segundo Santos et al. (2000), na produção de mudas de espécies florestais os componentes de substratos que se destacam são: vermiculita, esterco bovino, compostos orgânicos vegetais, terra de subsolo, bagaço de cana, turfa, casca de arroz carbonizada, casca de pinus decomposta, etc. Para se obter um substrato adequado e de boa qualidade, é comum a mistura de dois ou mais materiais. Diferentes matérias-primas podem estar presentes na composição de um substrato, sendo a presença de matéria orgânica importante no substrato. Segundo Cordell e Filer Jr (1984), a matéria orgânica aumenta a capacidade de retenção de água e de nutrientes para as mudas. Em função da vantagem da presença de matéria orgânica, diferentes resíduos orgânicos têm sido estudados como substrato para produção de mudas florestais, ganhando destaque aqueles com potencial de reciclagem. Entre eles podemos citar os dois materiais avaliados no presente trabalho, o biossólido e o pó de coco.

2.2.1. Biossólido de lodo de esgoto

Com o crescimento acelerado de áreas urbanas no Brasil, tem-se agravado diversos problemas ambientais (ABREU, 2014). Entre esses problemas, cita-se o esgoto que é um dos principais poluidores de água, sendo muitas vezes lançado diretamente nos corpos d'água (PEDROZA et al., 2010). Nas estações de tratamento de esgoto (ETEs) as principais etapas do gerenciamento do esgoto são: adensamento ou espessamento (remoção da umidade),

estabilização (remoção da matéria orgânica), condicionamento (preparação para a desidratação), desaguamento (remoção da umidade), higienização (remoção de organismos patogênicos) e por último a disposição final (destino final do subproduto) (ECCO, 2012).

Na etapa de estabilização pode ser realizado o tratamento em nível primário e, ou secundário. No processo primário é produzido o lodo bruto, pela separação do material grosso, areia e argila, pelo processo de sedimentação e flotação, constituindo-se de um material acinzentado, pegajoso, com odor forte e de fácil fermentação. No processo secundário ocorre a formação de lodo secundário por degradação biológica por digestão anaeróbia ou aeróbia, tornando o material com coloração escura e sem odor (PADOVANI, 2006). No processo de floculação é realizada a adição da poliacrilamida catiônica, polímero orgânico que auxilia na formação dos flocos durante o processo. Esse polímero faz como que as partículas de lodo de esgoto se agregem com mais facilidade (FONSECA, 2012). Como consequência do aglutinamento das partículas, a desidratação do lodo é facilitada (PEGORARO, 2016) e no processo final de desidratação o material sai com teor de sólidos de 80 a 90% (ABREU, 2014).

Em função do aumento no número ETes para atender à legislação ambiental, a produção de lodo de esgoto vem crescendo consideravelmente (PAIVA et al., 2009). Grande parte do lodo gerado está tendo como disposição final os aterros sanitários, o que dificulta o aproveitamento e a reciclagem, além de gerar gastos com o transporte desse material para os aterros (GOMES et al., 2013).

Uma alternativa para o lodo de esgoto seria o reaproveitamento para uso agrícola e florestal, por ser um material rico em matéria orgânica e nutrientes para fertilização de solos (PINHEIRO; SÍGOLO, 2007) e substratos. O lodo de esgoto estabilizado e higienizado é denominado de bio sólido, sendo que a regulamentação para o seu uso agrícola e florestal, devido a presença de metais pesados, patógenos e micropoluentes orgânicos que podem ser prejudiciais à saúde humana e do meio ambiente, é dada pela Resolução CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006).

Segundo Uesugi (2014), o bio sólido pela caracterização química é constituído em 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e os demais macros e micronutrientes. De acordo com Abreu et al. (2017), os bio sólidos de diferentes ETes podem apresentar variações nutricionais em função das características dos afluentes, pelo tratamento realizado no esgoto, no lodo e na estabilização do mesmo. Berton e Nogueira (2010) concluíram que os bio sólidos são relativamente pobres em K, tendo em vista que este elemento permanece dissolvido na água durante o processo de tratamento de esgoto.

Para atividades agrícolas e florestais, o uso do bio sólido como fertilizante possui potencial, por possuir matéria orgânica, macro e micronutrientes proporcionando manutenção da fertilidade do solo, melhorando a capacidade de retenção e infiltração de água, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (FILHO, 2014). O bio sólido tem sido utilizado como substrato para produção de mudas florestais. No estudo realizado por Gomes et al. (2013) usando o bio sólido como substrato na produção de mudas de *Tectona grandis*, concluem que o mesmo é um componente de substrato viável para produção de mudas. Rieling et al. (2014) estudando a produção de mudas de espécies nativas, afirmam para o crescimento em altura de *Schinus terebinthifolius* e *Parapiptadenia rigida*, que o uso do bio sólido como substrato foi eficiente. Já Santos (2013) avaliando o bio sólido na composição do substrato para produção de mudas nativas, obteve para o angico vermelho valores de crescimento em altura e em diâmetro de coleto semelhantes para substratos composto por bio sólido (80% de

biossólido) aos 80 dias após a semeadura quando comparado ao composto por esterco bovino aos 125 dias após a semeadura. Com isso concluiu que o biossólido proporcionou menor tempo de produção (aos 80 dias), portanto, podendo aumentar os números de ciclos de produção de mudas.

2.2.2. Pó de coco

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma palmeira frutífera que ocorre em quase todos os continentes. A sua origem vem das ilhas de clima tropical e subtropical do oceano Pacífico. Pela característica da sua dispersão e adaptabilidade, tem-se em todo o mundo o seu cultivo e utilização, gerando os mais variados produtos, tanto na forma in natura quanto industrializada. As melhores condições para o seu cultivo se encontram em regiões com o solo arenoso, com forte radiação solar, umidade e boa precipitação (MARTINS; JUNIOR, 2014).

No Brasil, o seu cultivo acontece em maior parte na região nordeste, sendo voltado para a agroindústria, onde as principais produções são para coco-ralado, leite de coco e com maior destaque água de coco. Em 2014, o país ocupava o quarto lugar em maior produtor mundial, com produção de aproximadamente 2,8 milhões de toneladas, com média de produtividade de 11 toneladas por hectare. O Brasil possui em quase todo território nacional, uma produção estimada de dois bilhões de frutos do coqueiro, com cerca de 280 mil hectares do seu cultivo. A região do nordeste e parte da região norte do país são as maiores produtoras, com 70% da área de produção do coco brasileiro (MARTINS; JUNIOR, 2014).

No processamento industrial, o resíduo do coco, tem o uso normalmente em combustível de caldeira ou no processamento de beneficiamento de fibras longas, curtas ou pó (CORREIA et al., 2003). Com o aumento nacional de consumo de coco verde no processo industrial, vêm ocorrendo problema com a destinação final do resíduo, a casca (ROSA et al., 2001), que está sendo depositado em lixões, aterros sanitários e às margens de estradas (OLIVEIRA, 2010).

Para diminuir o problema da disposição final desse resíduo, estudam-se alternativas como o uso em substratos sólidos (OLIVEIRA, 2010). O pó de coco como substrato possui ótimas qualidades físicas e químicas, como alta retenção de água, resistência a degradação, uniformidade, ausência de organismos patogênicos e plantas daninhas. Porém, tem alta relação C/N, podendo provocar deficiência de nitrogênio para as mudas, o que pode ser corrigido com fertilização ou uso de solução nutritiva (MOREIRA et al., 2010). Possuindo alta porcentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), esse material apresenta-se mais durável (KLEIN, 2015).

O pó de coco é indicado pelo bom desempenho para germinação de sementes, produção de plantas em viveiros e no cultivo de hortaliças, porém, é indicada a combinação com outros materiais, podendo ser necessário o uso da fertilização (KLEIN, 2015). Correia et al. (2003) apresentaram como resultado no estudo do pó de coco na formulação de substratos, a recomendação de aplicar 20% na mistura para produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce em tubetes, substituindo o solo hidromórfico. Oliveira et al. (2009) indicaram a lavagem dos substratos a base de pó de coco na produção de mudas de berinjela, com isso diminuindo os níveis de sódio do substrato e evitando a salinização do mesmo, e concluíram que diferentes proporções de pó de casca de coco não influenciam na absorção de nutrientes para as mudas. Ainda são escassos os trabalhos sobre a utilização do pó de coco como componente de substrato para produção de mudas de espécies florestais nativas.

2.3. Aroeira-pimenteira

A espécie *Schinus terebinthifolius* conhecida como aroeira-pimenteira, pertence à família Anacardiaceae. É encontrada de Pernambuco até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2015). Possui alta plasticidade ecológica por crescer tanto em solos úmidos como secos e arenosos a argilosos (LENZI; ORTH, 2004a), consequentemente ocorrendo em vários tipos de ambientes e diferentes formações vegetais (LENZI; ORTH, 2004b).

Pode atingir até 10 m de altura, crescer em solos secos e pobres (SILVA et al., 2015) e com abrangência de até 2000 m de altitude (LENZI; ORTH, 2004a). Pode apresentar diversos aspectos, como arbustivo ou como árvore com copa globosa. Com porte pequeno, possui folhas perenes, compostas, verde-escura, com aroma forte. O período de floração vai de setembro a janeiro (OLIVEIRA, 2015). A casca é rica em tanino, podendo ser utilizada na produção de tintas para tecidos e fortalecer redes de pescas. A madeira é resistente, por isso é utilizada em cercados por conta da sua durabilidade e também para lenha e carvão por possuir características energéticas comparáveis a eucaliptos utilizados para esse produto (GOMES, 2013). Pode ser utilizada na produção de mel de qualidade por ter alto valor apícola, pois suas flores são melíferas (GOMES, 2013).

A aroeira-pimenteira apresenta importância comercial por possuir propriedades medicinais, fotoquímicas e alimentícias, sendo esta última pelo consumo dos seus frutos e sua utilização na cozinha como um tipo de condimento alimentar usado no mercado nacional e internacional (LENZI; ORTH, 2004). Porém o destaque da espécie é em recuperação de áreas degradadas e margens de rio, por ser uma planta pioneira e com caráter de agressividade competitiva (MEDEIROS; ZANON, 1998). É também recomendada para arborização pelas suas flores e frutos persistirem por um longo tempo na planta e com isso tendo importância ornamental (GOMES, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal “Luiz Fernando Oliveira Capellão” do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em Seropédica/ RJ (latitude 22°45’S e longitude 43°41’W). O clima da região segundo a classificação de Köppen (1980) é do tipo Aw, tropical com inverno seco e chuvas de verão, e a temperatura média anual do local de 23,8° C. O experimento foi conduzido entre 14 de junho à 12 de outubro de 2017. Nesse período a temperatura média foi de 21,5°C e a precipitação acumulada de 161 mm (INMET, 2017).

A espécie utilizada para a realização do experimento foi a *Schinus terebinthifolius* (aroeira-pimenteira), as sementes foram coletas em matrizes dentro do Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica/RJ e não foi realizado tratamento para quebra de dormência.

Os componentes utilizados para formular os substratos foram os biossólidos de lodo de esgoto da ETE Alegria e ETE Ilha do Governador, o pó de coco e o substrato comercial à base de casca de pinus decomposta + vermiculita.

Os biossólidos foram disponibilizados pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE). A ETE Alegria está localizada no bairro Caju e a ETE Ilha do Governador, no bairro Ilha do Governador, ambas no município do Rio de Janeiro/RJ. Segundo informações fornecidas pelos técnicos da CEDAE, o esgoto tratado pelas ETES é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais. As ETES possuem sistema de tratamento secundário de lodos ativados e adensamento de lodo secundário por meio de centrífugas.

No lodo secundário da ETE Ilha do Governador o adensamento e o desaguamento são realizados nos leitos de secagem a céu aberto por um período de aproximadamente 60 dias. No biossólido produzido pela ETE Alegria o processo de adensamento ocorre na centrífuga com adição da poliacrilamida catiônica, e o desaguamento é realizado em secador térmico chegando até 200°C, e o lodo sai com teor de sólidos de 80 a 90%. Para o estudo em questão o lodo proveniente da ETE Alegria não passou pelo secador térmico, sendo o desaguamento realizado a céu aberto por um período de 90 dias. A poliacrilamida catiônica é um polímero orgânico, que auxilia na formação dos flocos e na desidratação do lodo de esgoto (PEGORARO, 2016).

Os tratamentos foram formados por 5 composições de substratos com 4 repetições de 10 mudas cada: ALE - 100% biossólido da ETE Alegria; ALE_PC - 50% biossólido da ETE Alegria + 50% de pó de coco; ILHA - 100% biossólido da ETE Ilha do Governador; ILHA_PC - 50% biossólido da ETE Ilha do Governador + 50% pó de coco; SC_PC - 50% substrato comercial + 50% pó de coco.

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, os recipientes foram os tubetes de polipropileno com volume de 280 cm³ e esses foram acondicionados em bandejas planas de 54 células em canteiros suspensos na área à pleno sol com irrigação diária de 15 mm. A fertilização de base foi realizada apenas no substrato SC, para isso misturou-se 150 g de N, 300 g de P₂O₅, 100 g de K₂O e 150 g de FTE BR12 (3,9% S; 1,8% B; 0,85% Cu; 2,0% Mn; 9,0% Zn) para cada m³ de substrato. Após 30 dias da semeadura foram realizadas atividades de

desbaste, repicagem e alternagem com tubetes ocupando 25% da bandeja plana de 54 células. A fertilização de cobertura foi realizada apenas nas mudas do substrato SC. Essa fertilização foi composta de 200 g de N e 180 g de K₂O para 100 litros de solução nutritiva, aplicando-se 5 ml por muda com auxílio de seringa. A primeira fertilização de cobertura ocorreu após 30 dias da sementeira, repetindo-se a cada quinze dias para a fertilização nitrogenada e a cada 30 dias para fertilização potássica.

Foram realizadas medições de altura da parte aérea (H) com o auxílio de régua graduada, sendo a primeira medição feita aos 40 dias após a sementeira com intervalos de 20 dias, finalizando com 120 dias.

Aos 120 dias após a sementeira foi mensurado o diâmetro do coleto (DC) com paquímetro digital. A partir da H selecionaram-se quatro mudas mais próximas da média de cada repetição, para mensuração da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa de matéria seca do sistema radicular (MSR). Após o corte da parte aérea, realizou-se a lavagem em água corrente do sistema radicular para retirada do substrato. Na sequência foram acondicionadas individualmente em sacos de papel e secas em estufa de circulação de ar por 72h a 65°C. A pesagem foi em balança de precisão para determinação de MSPA e MSR.

Para a avaliação da qualidade da muda foi calculado o índice de qualidade de Dickson et al. (1960) (IQD) a partir dos parâmetros morfológicos mensurados e por meio da fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{(H/DC) + (MSPA/MSR)}$$

Em que:

MST - massa de matéria seca total;

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea;

MSR - massa da matéria seca do sistema radicular;

H - altura da parte aérea;

DC - diâmetro de coleto.

Os dados foram submetidos à análise de variância, ocorrendo diferença pelo teste F, aplicou-se o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da parte aérea (H) média das mudas de aroeira-pimenteira aos 120 dias após a semeadura foi de 34,9 cm, existindo diferenças entre as composições de substrato (Tabela 1). As mudas produzidas no substrato ALE apresentaram maior crescimento em H, 41,2 cm, e foi superior aos substratos ILHA, ILHA_PC e SC, não diferindo do ALE_PC (38,0 cm) (Tabela 1). As mudas do substrato ILHA_PC apresentaram o menor crescimento em H, 29,5 cm, sendo iguais as mudas do SC e inferiores as do ALE, ALE_PC e ILHA. As mudas do substrato ILHA com 35,5 cm tiveram crescimento igual ao ALE_PC e ao SC_PC, superior ao ILHA_PC e inferior ao ALE (Tabela 1).

Tabela 1 - Crescimento médio em altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura x diâmetro do coleto (H:DC), acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR) e total (MST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de aroeira-pimenteira aos 120 dias após a semeadura.

Tratamento	H	DC	H:DC	MSPA	MSR	MST	IQD
	cm	mm	-	g muda ⁻¹			
ALE	41,2 a	6,31 a	6,58 a	6,80 a	2,77 a	9,57 a	1,07 a
ALE_PC	38,0 ab	5,96 a	6,38 ab	5,30 b	2,32 ab	7,62 b	0,88 abc
ILHA	35,5 bc	5,67 ab	6,28 ab	4,43 b	2,30 ab	6,73 bc	0,82 bc
ILHA_PC	29,5 d	5,25 b	5,65 bc	3,25 c	2,10 b	5,34 c	0,75 c
SC_PC	30,5 cd	5,85 ab	5,23 c	4,29 bc	2,56 ab	6,86 bc	1,00 ab

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey

O crescimento em H superior das mudas produzidas com o substrato ALE, pode ter como justificativa a maior disponibilidade de nutrientes nesse bio-sólido. Abreu et al. (2017) analisaram bio-sólidos de diferentes ETEs no estado do Rio de Janeiro, o da Alegria apresentou teores médios de N, P e K superiores ao da Ilha (Tabela 2). Os autores justificam que as diferenças nutricionais são devido ao tratamento utilizado nas diferentes ETEs e pela composição do esgoto que é formado na bacia de esgotamento.

Tabela 2 - Média dos teores de nutrientes, matéria orgânica e pH presentes em lotes de bio-sólido das estações de tratamento de esgoto (ETE) Alegria e Ilha do Governador, localizados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, RJ (Adaptado de ABREU et al., 2017).

ETE*	N	P	K	Ca	Mg	MO	pH
	g kg ⁻¹						
Alegria	35,9	7,86	4,50	2,23	2,80	558	5,3
Ilha**	31,1	5,32	1,70	1,65	3,22	584	5,2

*Média de dois lotes; ** Lotes IV e V;

Visualmente foi possível observar o aspecto nutricional proporcionado pela maior fertilidade do substrato ALE (Figura 1). A coloração das folhas do substrato ALE estavam no tom de verde escuro (primeiras mudas do lado esquerdo da Figura 1), reduzindo a tonalidade gradualmente para os demais substratos, até ficar com em verde claro, tendendo ao amarelo no substrato SC_PC (mudas do canto direito da Figura 1).



ALE ALE_PC ILHA ILHA_PC SC_PC

Figura 1 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de aroeira- pimenteira aos 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 280 cm³

Cabreira et al. (2017) avaliando o biofóssido como componente de substrato para produção de mudas de farinha seca (*Peltophorobium dubim*), paineira (*Ceiba speciosa*) e dedaleiro (*Lafoensia pacari*), apresentaram maior crescimento nos substratos que tiveram maior porcentagem de biofóssido na composição. Santos (2013) testou o biofóssido na composição de substratos para produção de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) e aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), o maior crescimento em altura foi nas mudas produzidas no substrato com maior proporção de biofóssido (80:10:10 de biofóssido:argila:areia), e pior crescimento no substrato testemunha (proporção 30:60:10 esterco bovino:argila:areia). O mesmo autor afirma que o substrato com maior concentração de biofóssido obteve maior crescimento devido a maior quantidade de matéria orgânica. Onde resultados semelhantes ocorreram neste trabalho, em que os melhores resultados em H foram nas mudas com concentração 100% e 50% de biofóssido. Segundo Caldeira et al. (2012), ao testarem diferentes proporções de biofóssido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana* Baill), o biofóssido pode melhorar as propriedades físicas do substrato, sendo rico em nutrientes como nitrogênio e fósforo, e com isso, resultando num maior crescimento das mudas. Como ocorreu neste trabalho nas mudas produzidas pelos substratos ALE, ALE_PC e ILHA.

Nos estudos de Abreu (2014), utilizando biofóssido para produção de mudas florestais para a Mata Atlântica, obtiveram os piores crescimentos em altura no substrato à base de casca de pinus decomposta para as espécies *Handroanthus heptaphyllus*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Schinus terebinthifolius*. Onde nesse trabalho as mudas produzidas com substrato SC_PC (à base de casca de pinus decomposta e pó de coco) tiveram o segundo menor crescimento em H. Miranda (2017) também obteve resultado semelhante com produção de mudas de jacarandá da bahia, justificando o autor que isso é efeito da baixa capacidade de retenção de água desse substrato. No presente estudo as mudas do SC_PC não diferiram do ILHA, o que demonstra que a adição do pó de coco conseguiu melhorar a retenção de água. No entanto é importante

ressaltar que esse substrato recebeu fertilizações minerais de base e de cobertura, diferente dos bio-sólidos que não foram fertilizados.

Analisando a adição do pó de coco nos bio-sólidos, observa-se que o mesmo apresentou efeito negativo no crescimento em H (Tabela 1). No ALE as mudas reduziram de 41,2 para 38,0 cm, e no ILHA de 35,5 para 29,5 cm. O pó de coco é um componente de baixa fertilidade, o que pode ser corrigido com fertilização. A sua adição aos substratos, apesar de provavelmente aumentar a retenção de água nos substratos, reduziu a disponibilidade de nutrientes. Klein (2015) recomenda sua combinação com outros materiais, realizando também o uso da fertilização.

Os pesquisadores José et al. (2005) estabeleceram um padrão de 25 cm de altura da parte aérea e 3 mm de diâmetro de coleto para mudas de aroeira-pimenteira para serem levadas a campo. Podemos observar neste presente trabalho que as mudas produzidas pelo substrato ALE atingiram esse padrão primeiro com aproximadamente 85 dias, seguidas dos substratos ALE_PC e ILHA, com menos de 100 dias após a semeadura e as mudas produzidas pelos substratos SC_PC e ILHA_PC atingiram esse padrão após os 100 dias da semeadura (Figura 2). De acordo com Cunha et al. (2006), é desejável que o substrato permita desenvolvimento das mudas com qualidade, com redução de custos e no menor tempo de formação da planta. Seguindo os autores, podemos observar com a curva de crescimento, que as mudas produzidas pelo substrato ALE tiveram essas características em menor tempo (Figura 2).

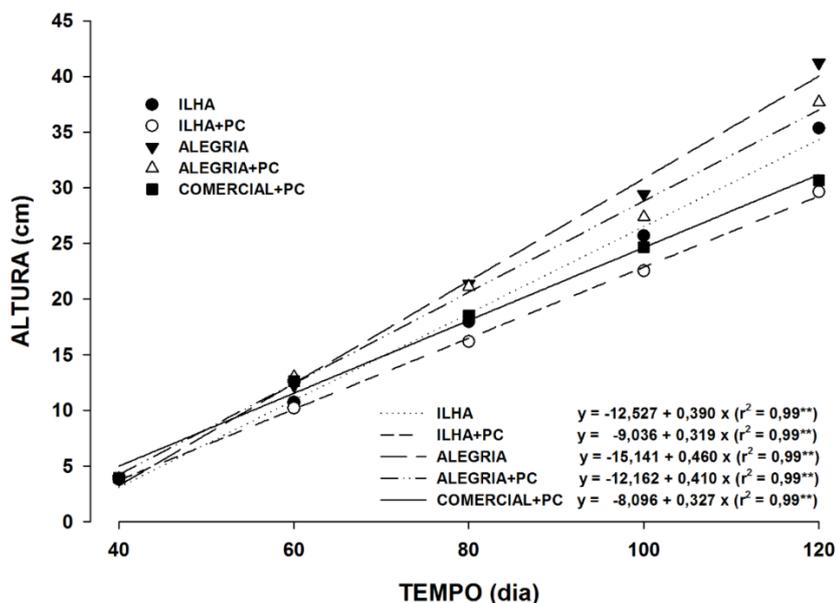


Figura 2 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de aroeira-pimenteira dos 40 aos 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 280 cm³.

A hipótese inicial de que a poliacrilamida catiônica adicionado ao bio-sólido ALE causa menor retenção de água nesse substrato não foi corroborada, sendo o ILHA inferior ao ALE. A presença do polímero nos substratos ALE e ALE_PC que poderia afetar o crescimento das mudas, por ser um aglutinador de partículas e ajudar na desidratação do lodo de esgoto, não ocorreu. Sendo as mudas produzidas com esse polímero com os maiores crescimentos em H.

Em relação ao diâmetro de coleto (DC), a média das mudas com 120 dias após a semeadura foi de 5,81 mm (Tabela 1). As mudas dos substratos ALE e ALE_PC apresentaram os maiores valores de DC, 6,31 e 5,96 mm, respectivamente, sendo superiores ao substrato ILHA_PC, não diferindo dos substratos ILHA e SC_PC (Tabela 1). As mudas do substrato ILHA_PC apresentaram menor DC, 5,25 mm, não diferindo das mudas dos substratos ILHA e SC_PC (Tabela 1). O parâmetro DC é menos sensível do que a H, não se observando as mesmas diferenças estatísticas. Trigueiro e Guerrini (2014) utilizando o bio-sólido na produção de mudas de aroeira-pimenteira observaram que as mudas nos substratos com maiores proporções de bio-sólido apresentaram os piores crescimentos em DC. No presente estudo o resultado foi diferente, as mudas produzidas com bio-sólido ficaram todas com DC acima de 5,0 mm e com desenvolvimento igual ou superior ao SC_PC. Segundo Gonçalves et al. (2000), o valor entre 5 e 10 mm de DC são adequados como bom padrão de qualidade para que mudas de espécies florestais possam ser levadas para o campo. No presente trabalho, todas as mudas se enquadraram dentro desta referência.

Para a relação altura x diâmetro de coleto (H:DC) a média foi de 6,02 aos 120 dias após a semeadura (Tabela 1). O substrato ALE apresentou a maior relação H:DC com 6,58, não diferiu dos substratos ALE_PC e ILHA, e foi superior aos substratos ILHA_PC e SC_PC. As mudas do substrato SC_PC tiveram a menor relação H:DC, com 5,23, não diferindo do substrato ILHA_PC e sendo inferior aos demais (Tabela 1). De acordo com Carneiro (1995) a relação H:DC é uma das mais importantes características para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo. Essa relação deve estar na faixa de 5,4 e 8,1 para Birchler et al. (1998) e deve ser menor que 10 para mudas de qualidade, segundo por Caldeira (2012). De acordo com Abreu (2014), mudas com uma alta relação H:DC podem apresentar estiolamento e com isso o tombamento após plantio em campo, diminuindo o índice de sobrevivência. No presente estudo os valores calculados para essa relação estão dentro das referências, e visualmente não se observou estiolamento das mudas (Figura 1).

Para MSPA a produção média foi de 4,41 g muda⁻¹, variando de 3,25 a 6,80 g muda⁻¹ entre os substratos (Tabela 1). As mudas do substrato ALE foram superiores a todos os substratos, com 6,80 g muda⁻¹. As mudas do substrato ILHA_PC, com 3,25 g muda⁻¹, tiveram o menor crescimento não diferindo do substrato SC_PC e sendo inferior aos demais (Tabela 1). Os demais substratos apresentaram-se iguais. Segundo Gomes e Paiva (2006), a MSPA indica a rusticidade da muda e está relacionada com a maior disponibilidade de N, P, Ca, Mg e K e também com o pH. O substrato ALE pela maior disponibilidade de nutrientes proporcionou o maior acúmulo de MSPA que os demais substratos. Isso foi possível ser observado visualmente como vai diminuindo a tonalidade das folhas de um verde escuro até um verde mais claro amarelado nas mudas, a diminuição na quantidade de folhas, no vigor nutricional e em crescimento em H nas mudas produzidas pelo substrato ALE até as mudas do substrato SC_PC (Figura 1).

A adição de pó de coco ao bio-sólido reduziu a MSPA (Tabela 1), no substrato ILHA (4,43 para 3,25 g muda⁻¹) e no ALE (6,80 para 5,30 g muda⁻¹), isso possivelmente pela baixa fertilidade, pois segundo Pragana (1998), o pó de coco possui baixo teor de nutrientes e sais. Correia et al., (2003) indica uma proporção de 20% de pó de coco na mistura do substrato para produção de mudas enxertadas de cajueiros anão precoce em tubetes.

A MSR média para as mudas de aroeira-pimenteira foi de 2,41 g muda⁻¹ com 120 dias após a semeadura. As mudas do substrato ALE, com 2,77 g muda⁻¹, foi superior somente ao

substrato ILHA_PC, e este não diferiu dos substratos ALE_PC, ILHA e SC_PC. Segundo Carneiro (1995), o maior crescimento em raiz se dá pelas propriedades químicas e físicas dos substratos. De acordo com Abreu (2014) no seu estudo do uso de biofóssido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica, o maior resultado em MSR, provavelmente está associado com a maior concentração de nutrientes no biofóssido. As mudas do substrato ILHA_PC tiveram o menor acúmulo de MSR, isso pode ser justificado por dois fatores. Em comparação com o ALE, o biofóssido ILHA apresenta menor fertilidade, além disso, a adição de um componente pobre nutricionalmente como o pó de coco, também contribui. Silveira et al., (2002) indica o uso de pó de coco apenas com outros materiais mais ricos em nutrientes.

O acúmulo de MST foi de 7,22 g muda⁻¹ com 120 dias após a semeadura (Tabela 1). As mudas do substrato ALE, com 9,57 g muda⁻¹, foram superiores aos demais substratos (Tabela 1). As mudas do substrato ILHA_PC, com 5,34 g muda⁻¹, teve o menor acúmulo de MST, não diferindo dos substratos ILHA_PC e SC_PC, e sendo inferior ao ALE e ALE_PC. Os demais tratamentos apresentaram-se semelhantes. Segundo Cruz et al. (2006) a qualidade da muda será melhor quanto maior for a MST, e com isso maior será a chance de sobreviver no campo. Caldeira et al. (2012) concluíram no estudo de biofóssido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata*, os maiores valores de MST foram nos substratos com biofóssidos na sua composição. Segundo Delarmelina et al. (2014) para a produção de mudas de *Sesbania virgata*, o uso de pó de coco e casca de arroz in natura deve ser evitado, pois a produção de MST foi menor nos substratos com esses componentes. Essa mesma tendência foi observada no presente estudo, onde a adição do pó de coco reduziu o acúmulo de MST nos substratos com biofóssido (9,57 para 7,62; e 6,73 para 5,34 g muda⁻¹ respectivamente para ALE e ILHA).

O IQD médio foi de 0,90 com 120 dias após a semeadura (Tabela 1). As mudas do substrato ALE obtiveram o maior valor com 1,07, sendo superior ao ILHA e ILHA_PC e igual ao ALE_PC e SC_PC (Tabela 1). O substrato ILHA_PC produziu mudas com menor IQD, 0,75, sendo igual ao ILHA e ALE_PC e inferior aos demais (Tabela 1). Segundo Abreu (2014) o IQD é um dos parâmetros mais completos para se avaliar a qualidade da muda, pois são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda. Quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda. As mudas do substrato SC_PC apresentaram valor de IQD de 1,00, não diferindo do substrato ALE com 1,07. Esse resultado permite interpretar que as mudas produzidas em ambos os substratos apresentam a mesma qualidade, apesar dos resultados superiores do ALE para H, MSPA e MST. Dessa forma, a interpretação do IQD não deve ser feita de forma isolada, mas em conjunto com os demais parâmetros morfológicos mensurados.

Importante ressaltar que as mudas produzidas nos substratos com biofóssidos ALE e ILHA não receberam fertilização, diferente do SC_PC que foi fertilizado na base e na cobertura, e mesmo assim produziu mudas com desenvolvimento inferior ao biofóssido ALE e semelhante ao biofóssido ILHA. No trabalho de Trigueiro e Guerrini (2003) concluem o uso do biofóssido como substrato de grande importância econômica, com uma economia de 64% na utilização de fertilizantes nas mudas de eucalipto produzidas com biofóssido. Abreu (2014) no estudo da produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* em biofóssido e substrato comercial sob doses de fosfatomonâmônio (MAP), observou não ser necessária a fertilização de cobertura nas mudas produzidas com biofóssido. O mesmo autor ainda ressalta que o substrato comercial com a maior dose de fertilização de MAP, obteve crescimento significativamente inferior as mudas produzidas com biofóssido sem fertilização. Neste presente trabalho, os custos da produção de

mudas em relação ao uso de fertilizantes foi reduzido, sendo utilizado apenas em um substrato e não sendo necessário o seu uso nos substratos com biossólidos.

Com os resultados obtidos neste trabalho em relação aos parâmetros morfológicos observados na produção das mudas de aroeira-pimenteira, o uso do biossólido como substrato teve bons resultados que diminuiria o tempo de produção das mudas no viveiro, diminuindo os custos de produção, sem necessidade de uso de fertilizantes e uma maior capacidade de sobreviver depois do plantio e também reduzindo um problema ambiental que é a disposição final desse material.

5. CONCLUSÃO

Nas condições do estudo, considerando os parâmetros morfológicos e de qualidade, conclui-se que:

Os biossólidos de lodo de esgoto das ETEs Alegria (ALE) e Ilha do Governador (ILHA) apresentaram mudas com desenvolvimento e qualidade igual ou superior ao substrato comercial, sendo recomendados para produção de mudas de aroeira-pimenteira;

Entre os biossólidos, o ALE, provavelmente por ser mais fértil, produziu mudas com crescimento e qualidade superior ao ILHA;

A presença do polímero, poliacrilamida catiônica, ao biossólido ALE não reduziu o crescimento e a qualidade das mudas;

A adição de pó de coco reduziu a fertilidade dos biossólidos ALE e ILHA e a qualidade física do substrato, e conseqüentemente o crescimento e a qualidade das mudas, não sendo necessária adição do mesmo aos biossólidos;

Os biossólidos avaliados no presente trabalho podem ser utilizados como substrato sem necessidade de mistura com outro componente, nem de adição de fertilizantes para produzir mudas de aroeira-pimenteira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M. et al. Caracterização do lodo de esgoto gerado no Rio de Janeiro e perspectivas para reciclagem agrícola. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2017.

ABREU, A. H. M. **Biossólido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

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, SP: FEPAF, 2010. p. 31-50.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**. V.7, n.1/2, p.109-121, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 375/2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, n. 167, p. 141-146, 30 ago 2006.

CABREIRA, G. V. et al. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**. Curitiba, PR, v. 47, n. 2, p. 165 - 176, abr. / jun. 2017.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Diferentes proporções de biossólidos na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 015-022, mar. 2012.

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

CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L. T. L. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**. v.6, n.3, p.320-332, set/dez. 2009.

CORDELL, C.E., FILER JR, T.H. Integrated nursery pest management. In: Southern pine handbook. (S.I.): USDA. **Forest Service**. Southern Region, 1984, p.1-17.

CORREIA, D. et al. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 25, n. 3, p. 557-558, dezembro 2003.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p.537-546, 2006.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 207-214, 2006.

DELARMELINA, W. M. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**. V. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, v.36, 10-13p, 1960.

ECCO, M. H. **Perspectivas de reuso agrícola de lodo de ETE submetido à digestão anaeróbia mesofílica**. 2012. 65 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FILHO, J. L. S. C. et al. Produção de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**. V.9, n.1, p.109-118, 2003.

FILHO, P. L. **Biossólido como adubação de plantio em reflorestamento para restauração da Mata Atlântica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FONSECA, A. A. **Avaliação dos teores de alumínio no efluente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Samambaia**. 2012. 25 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília.

FONTOLAN, F. O. et al. **Bioma Mata Atlântica**. Universidade Federal de São Carlos, *Campus Sorocaba*; 2013.

GOMES, D. R. et al. Lodo de esgoto substrato para produção de mudas de *Tecton agrandis* L. **Cerne**. V. 19, n. 1, pp. 123-131, 2013.

GOMES, F. S. **Purificação e caracterização de lectinas e inibidor de tripsina presentes em tecidos de *Myracrodruon urundeuva* e *Schinus terebinthifolius*: ação antimicrobiana de preparações**. 2013. 121 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

GOMES, J. M., PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV; 2006.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2017.

INMET- Instituto Nacional de meteorologia 2010. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 06 de novembro de 2017.

JOSÉ, A. C. et al. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**. V. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. V. 4, n. 3, p. 43-63, 2015.

LACERDA, D. M. A.; FIGUEIREDO, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazonica**. V. 39, n. 2, p. 295-304, 2009.

LELES, P. S. S. et al. Crescimento e arquitetura radicial de plantas de eucalipto oriundas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes, após o plantio. **Cerne**. Lavras, Brasil, v. 7, n. 1, pp. 10-19, 2001.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 26, n. 2, p. 198-201, agosto 2004b.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**. V. 17, n. 2, p. 67-89, 2004a.

LIMA, A. R.; CAPOBIANCO, J. P. R. Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação. **Documentos do ISA**. N. 4, 1997.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* w. (HILL ex. MAIDEN) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP.

MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. J. Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, **Documentos 184**, 2014. 51p.

MEDEIROS, A. C. S.; ZANON, A. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 36, p.11-20, jan./jun. 1998.

MIRANDA, A. M. **Biossólido e pó de coco como substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia em tubetes de diferentes volumes**. 2017. 28 f. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MORAES, L.F.D. et al. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p 84. 2013.

MOREIRA, M. A. et al. Produção de mudas de berinjela com uso de pó de coco. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 163-170, 2010.

OLIVEIRA, A. B. et al. Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em pó de coco verde. **Revista Caatinga**. V. 22, n. 2, p. 139-143, abril/junho 2009.

OLIVEIRA, L. S. **Utilização de lodo de esgoto associado a três espécies nativas do Cerrado na recuperação de áreas degradadas**. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília/DF.

OLIVEIRA, S. L. R. **Aproveitamento da casca do coco verde (*Cocos nucifera* L.) para produção de celulases**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PADOVANI, V. C. R. **Composto Orgânico de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de árvores nativas e exóticas**. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola na área de concentração em Água e solos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

PAIVA, A. V. et al. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 499-511, dez. 2009.

PEGARARO, D. S. **Otimização da síntese de poliacrilamida catiônica em emulsão**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Área de concentração: Tecnologia em química e bioquímica) – Universidade de São Paulo, SP.

PEDROZA, M. M. et al. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**. Novo Hamburgo, v. 11, n. 16, p. 89-XX, jul./dez. 2010.

PINHEIRO, C. H. R.; SÍGOLO, J. B. Metais pesados e elementos associados do lodo de esgoto da ETE Barueri – região metropolitana de São Paulo diante do fator sazonalidade. **Geochimica Brasiliensis**. V. 21, n. 2, p. 148–164, 2007.

PINTO, L. P. et al. Mata Atlântica Brasileira: os Desafios para Conservação da Biodiversidade de um Hotspot Mundial. **Biologia da conservação: essências**. P. 91-118, 2006.

PRAGANA, R. B. **Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola**. 1998. 84 p. Dissertação (Tese mestrado) – UFRPE, Recife.

RIELING, R. C. et al. Efeito residual do lodo de esgoto na produção de mudas de espécies nativas para reflorestamento. **SaBios: Rev. Saúde e Biol**. V. 9, n. 2, p. 31-39, mai./ago. 2014.

RODRIGUES, R. R. et al. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: **Instituto BioAtlântica**. 2009. 264p.

ROSA, M. F. et al. **Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 54, p 1-6, 2001.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. don. **Ciência Florestal**. Santa Maria – Brasil, v. 10, n. 2, p. 1- 15, 2000.

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

SCHMITZ, J. A. K. et al. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**. Santa Maria - Brasil, v. 32, n. 6, novembro – dezembro 2002.

SILVA, R. J. N. et al. Efeito da adubação de cobertura no desenvolvimento de aroeira pimenteira. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**. V. 2, n. 2, p. 33-42, 2015.

SILVEIRA, E. B. et al. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira** v. 20, p. 211-216, 2002.

SIMÕES, D. et al. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill exMaiden× *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Ciência Florestal**. Santa Maria-Brasil, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas de remanescentes da mata atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmataatlantica.org.br>>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.

SOS MATA ATLÂNTICA. Conheça o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br>>. Acesso em: 02 de novembro de 2017.

TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. V. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**. n. 64, p. 150-162, dez. 2003.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.38, n.4, p.657-665, 2014.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos a base de bio-sólido compostado**. 2014. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP.

YOUNG, C. E. F. Desmatamento e desemprego rural na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**. V. 13, n. 2, p. 75-88, 2006.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 29, n. 1, p. 137-142, abril 2007.