



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

NATHALIA DE LIMA COSTA

**O BIODÉTRICO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA A
PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

Profº Drº JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018

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

NATHALIA DE LIMA COSTA

**O BIODÉTRICO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA A
PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

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.

Profº Drº JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

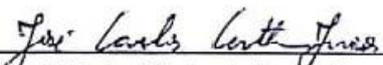
SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2018

**O BIODÉTRIGO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO
DE MUDAS DE EUCALIPTO**

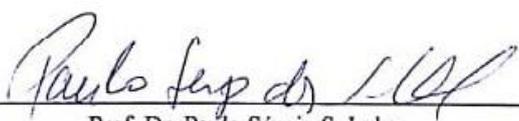
NATHALIA DE LIMA COSTA

Comissão Examinadora:

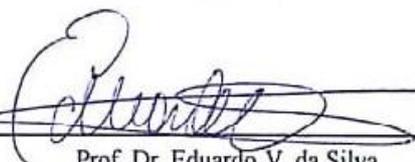
Monografia aprovada em 13 de novembro de 2018.



Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior
UFRRJ / IF / DS
Orientador



Prof. Dr. Paulo Sérgio S. Leles
UFRRJ / IF / DS
Membro



Prof. Dr. Eduardo V. da Silva
UFRRJ / IF / DS
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, o meu Senhor, que me deu o dom da vida e assim, consegui finalizar mais uma etapa da minha vida acadêmica. Agradeço a força e a sabedoria que Ele tem me dado nesses cinco anos de Rural.

Aos meus pais, os meus maiores incentivadores, Ana Cristina e Renato que me deram tanto amor, carinho e compreensão. E também, a minha irmã Rebeca que sempre me motivou. Sem vocês eu não conseguiria nada.

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

Ao professor e orientador José Carlos Arthur Junior por todo aprendizado, orientação, paciência e zelo durante esse estágio.

Aos membros da banca, Professor Paulo Sérgio Leles e Alan H. Abreu, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Aos funcionários do Viveiro Florestal Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ, em especial ao Sebastião Corrêa da Costa, por toda ajuda.

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

Aos meus familiares de Lima e aos Costa pelo carinho, encorajamento e por entender a minha ausência nos almoços e aniversários de família nesse tempo de graduação.

Aos meus amigos queridos Barbara Scassa, Thasso Sousa, e Mariane Mota pela amizade, força, ânimo e por todo companheirismo nos dias bons e nos dias ruins construídos durante esses cinco anos.

Aos meus grandes amigos Caio Amaro, Beatriz Coutinho, Paulo Roberto, Victor Kallut, Ramon Batista e Vítor Macedo e Tatiane Cristine pela paciência, por compreender minha ausência nos encontros. Obrigada por todo apoio, meus amores.

A ABUB Leste pela missão estudantil, por me fazer entender que a graduação é muito além do que um diploma, que a amizade que dá força e a fé sustenta.

A Gabriela Carvalho que com muito carinho fez as medições nas mudas para que o experimento pudesse ir à frente.

RESUMO

A espécie *Eucalyptus grandis* tem sido amplamente utilizada devido seu rápido crescimento, tronco retilíneo, densidade básica média da madeira e de seus usos múltiplos. Para atingir elevadas produtividades é indispensável o plantio com mudas de qualidade, necessitando de um bom substrato para isso. Com o aumento das áreas urbanas e industriais, tem-se o aumento da geração de resíduos destacando-se o biossólido (lodo de esgoto estabilizado) e o pó de coco, ambos com características que permitem seu uso como componentes de substrato. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar biossólidos de lodo de esgoto de diferentes estações de tratamentos e o pó de coco, como substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, formulando-se cinco substratos: ALE (100% biossólido ETE Alegria), ALE_PC (50% biossólido ETE Alegria + 50% pó de coco), ILHA (100% biossólido ETE Ilha), ILHA_PC (50% biossólido ETE Ilha + 50% pó de coco), SC (100% substrato a base de casca de pinus e vermiculita). Avaliaram-se cinco repetições de 10 mudas para cada tratamento. A mensuração da altura da parte aérea, do diâmetro de coleto, da massa de matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e do total ocorreram aos 120 dias. Com base nos parâmetros morfológicos calculou-se o índice de qualidade de Dickson. As mudas produzidas no substrato SC apresentaram de forma geral mudas com desenvolvimento e qualidade superiores aos biossólidos. Entre os biossólidos o ALE, produziu mudas com crescimento e qualidade superior ao ILHA. A poliacrilamida catiônica presente no substrato ALE não reduziu o desenvolvimento e a qualidade das mudas. A adição de pó de coco não proporcionou efeitos positivos ou negativos aos biossólidos ALE e ILHA.

Palavras chaves: Propagação sexuada, lodo de esgoto, *Eucalyptus grandis*

ABSTRACT

The species *Eucalyptus grandis* has been widely used because of its rapid growth, rectilinear trunk, average basic density of wood and its multiple uses. In order to achieve high productivity, planting with quality seedlings is indispensable, requiring a good substratum for this. With the increase of urban and industrial areas, there is an increase in the generation of residues, especially biosolids (stabilized sewage sludge) and coconut powder, both with characteristics that allow their use as substrate components. In view of the above, the objective of this work was to evaluate sewage sludge biosolids from different treatment stations and coconut powder as a substrate for the production of eucalyptus seedlings in tubes. 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% biosolid ETE Iha + 50% coconut powder), SC (100% substrate based on pinus bark and vermiculite). Five replicates of 10 seedlings were evaluated for each treatment. Measurement of shoot height, collection diameter, dry matter mass of shoot, root system and total occurred at 120 days. Based on the morphological parameters Dickson quality index was calculated. The seedlings produced in the SC substrate presented in general seedlings with development and quality superior to the biosolids. Among the biosolids the ALE, produced seedlings with growth and superior quality to the ILHA. The cationic polyacrylamide present in the ALE substrate did not reduce the development and quality of the seedlings. Addition of coconut powder did not provide positive or negative effects on ALE and ILHA biosolids.

Keywords: Sexual propagation, sewage sludge, *Eucalyptus grandis*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1.	Setor Florestal Brasileiro	2
2.2.	<i>Eucalyptus grandis</i>	3
2.3.	Substrato	5
2.3.1.	Biossólido.....	6
2.3.2.	Pó de coco	8
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5.	CONCLUSÃO.....	17
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química de metais pesados dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC)..... 11

Tabela 2 - Caracterização química de macro e micronutrientes dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC)..... 11

Tabela 3 – Condutividade elétrica (CE) e pH dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC) 11

Tabela 4 - 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 *Eucalyptus grandis* aos 120 dias após a semeadura 13

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Área ocupada com povoamentos florestais no Brasil em 2015 e em 2016.
FONTE: IBÁ (2017a)..... 2
- Figura 2 – Área de aptidão climática para plantio de *Eucalyptus grandis*. Fonte: Flores et al. (2016)..... 4

1. INTRODUÇÃO

Dos 4 bilhões de hectares de florestas no mundo, 300 milhões são de áreas plantadas (FAO, 2015), e o Brasil com 7,84 milhões de hectares se destaca como segundo maior produtor de celulose e um dos dez maiores produtores mundiais de painéis de madeira (IBÁ, 2018). A liderança global em produtividade (média de 35,7 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ para a espécie eucalipto) se deve aos investimentos constantes na base florestal e na indústria, além das condições edafoclimáticas favoráveis.

Para obter um povoamento florestal produtivo é fundamental utilizar-se das melhores técnicas e insumos, onde podemos destacar a importância do uso de mudas com qualidade. As mudas devem resistir as condições adversas encontradas no plantio e para isso, produzi-las com substrato adequado é imprescindível.

Cada vez mais tem se preconizado o uso da reutilização de materiais como forma de reduzir a pressão sobre os recursos naturais. Isso também tem sido estudado na produção de mudas, onde a reutilização de resíduos industriais e urbanos tem se destacado no uso como componentes de substrato. Nos centros urbanos a principal fonte de poluição orgânica dos corpos-d'água é o esgoto doméstico. O lodo de esgoto, resíduo que é produzido durante o processo de tratamento das águas residuárias advindo das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), apresentam como destinações finais mais comuns, os aterros sanitários, o reusam industrial, a incineração, a construção civil, etc. (ABREU, 2014). No entanto, após ser devidamente tratado, higienizado e estabilizado, passa a ser denominado de biossólido e tem como alternativa prevista em legislação seu uso como fertilizante orgânico em virtude da viabilidade de uso do material para esse fim e da sustentabilidade de tal destinação. Além disso, a aplicação do biossólido como componente de substrato pode ser benéfica para produção de mudas florestais, já que o mesmo constitui boa fonte de matéria orgânica e nutriente, obtendo resultados satisfatórios quando usado como componente orgânico em substratos (TELES; COSTA; GONÇALVES, 1999; TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Outro resíduo que vem sendo estudado é o pó de coco que é proveniente das indústrias de processamento do coco verde. Vem sendo estudado para a produção de mudas, principalmente em função de sua estrutura física vantajosa, que proporciona alta porosidade e alto potencial de retenção de umidade, conferindo a esse material características adequadas ao cultivo agrícola (ROSA et al., 2001b). É de extrema importância o desenvolvimento de alternativas de aproveitamento da casca de coco verde possibilite a redução da disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários e proporcione uma nova opção de rendimento junto aos sítios de produção (ROSA et al. 2001b).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar biossólidos de lodo de esgoto de diferentes estações de tratamentos e o pó de coco como substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Setor Florestal Brasileiro

De acordo com a Global Forest Resources Assessment (FRA) da FAO (2015) o total de área florestal no mundo é de cerca de 4 bilhões de hectares, 3,7 bilhões de hectares de florestas nativas e 300 milhões de hectares de áreas plantadas. O Brasil com uma área de 7,84 milhões de hectares (Figura 1) ocupada com povoamentos florestais comerciais participa com 2,67% do total mundial (MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2016). A cobertura florestal natural do território brasileiro, associada às excelentes condições edafoclimáticas para a silvicultura, confere ao país vantagens comparativas para a atividade florestal.

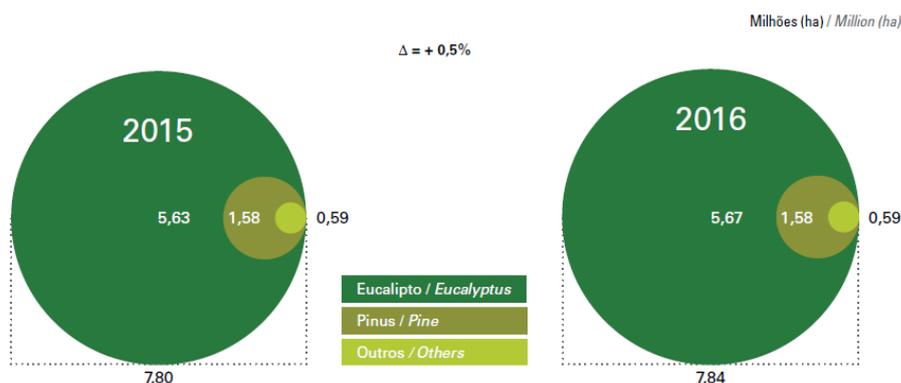


Figura 1 - Área ocupada com povoamentos florestais no Brasil em 2015 e em 2016. FONTE: IBÁ (2017a)

Os povoamentos florestais são implantados principalmente para o mercado de celulose, painéis e carvão, contribuindo de forma significativa para desenvolvimento socioeconômico do país. O setor florestal brasileiro produziu 91% da madeira utilizada para fins industriais e apresentou em 2016 receita bruta de R\$ 73,8 bilhões, 1,1 % do PIB Nacional e 6,1% do PIB Industrial (IBÁ, 2017a). É considerado um dos segmentos com maior potencial de contribuição para a construção de uma economia verde (IBÁ, 2017a).

O setor florestal tem se destacado como principal instrumento para a recuperação de áreas desmatadas, pois a utilização da madeira para o reflorestamento contribui para a redução da pressão sobre as florestas naturais. Entretanto Santarosa, Penteadó Junior e Goulart (2014) entendem que além da importância econômica, os povoamentos florestais, quando implantados de maneira correta, têm papel essencial na qualidade de vida da população, pelos benefícios ambientais que proporcionam (conservação de solo, volume e qualidade de água, atenuação de efeitos climáticos negativos, como por exemplo, geadas e estiagem, manutenção da biodiversidade, entre outros).

Os investimentos constantes na base florestal e na indústria tem levado o setor a uma posição de destaque no desenvolvimento de uma economia de baixo carbono, permitindo que os povoamentos florestais abasteçam diferentes segmentos industriais e ofereçam muito mais do que celulose, papel, painel de madeira, piso laminado e carvão

vegetal (IBÁ, 2017a). Para o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) (2013), o setor florestal vem apresentando aumento de produtividade florestal em virtude, dos fatores ambientais favoráveis para a silvicultura, uma vez que novas tecnologias são utilizadas para aumentar a produtividade, tais como melhoramento genético e clonagem de espécies florestais. O Brasil se tornou o segundo maior produtor de celulose do mundo, tendo em vista que a produção de papel produzida vem absolutamente de povoamentos florestais e também, se tornou em um dos dez maiores produtores mundiais de painéis de madeira (IBÁ, 2018a).

No aspecto ambiental, o setor florestal tem correlação com a valorização da biodiversidade, tendo em vista os serviços ecossistêmicos, como a conservação, qualidade dos recursos hídricos e corredores ecológicos (IBÁ, 2017b). Outro fator relevante destacado por Martins et al. (2004) em seu estudo, é que os povoamentos florestais, geralmente são implantados em solos de baixa fertilidade, depauperados por longos anos pela agricultura e pecuária.

Entre os estados brasileiros com maior dimensão de área com povoamentos florestais, destacam-se Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) (IBÁ, 2017a). No ano de 2016, o Brasil liderou o ranking global de produtividade florestal, com uma média de $35,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para os povoamentos de eucalipto (IBÁ, 2017a).

Entre as espécies florestais, o gênero *Eucalyptus* com 72% (5,67 milhões de ha) da área plantada é o principal cultivado, sendo que nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,4% a.a (IBÁ, 2017a). Segundo o estudo de Santarosa, Penteado Junior e Goulart (2014), o plantio de eucalipto proporciona diversos benefícios diretos e indiretos às propriedades rurais diversificadas. Isso é dado pelos seus usos múltiplos que dentre os principais usos estão a energia, a madeira roliça, a celulose e o papel, as chapas de fibras, as lâminas, os serrados e os óleos essenciais, que são utilizados em produtos de higiene e em alimentos.

2.2. *Eucalyptus grandis*

O eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família Myrtaceae e nativa da Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania (SANTOS, 2012; SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014). O eucalipto foi comercialmente introduzido no Brasil no início do século XX, graças aos trabalhos pioneiros do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade para comparar as espécies nativas (peroba, cabreúva, jequitibá, jacarandá paulista, dentre outros) com a espécie eucalipto (FLORES et al., 2016). Existem cerca de 730 espécies de eucalipto reconhecidas botanicamente, porém, não mais que 20 delas são atualmente utilizadas para fins comerciais em todo o mundo (SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014).

Entre as espécies de eucalipto, o *Eucalyptus grandis* é a mais plantada do Brasil (SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014). A plasticidade genética, o rápido crescimento, o baixo nível de competição entre plantas, a baixa incidência de pragas, o tronco de forma retilíneo e a média densidade básica da madeira (MOURA; GUIMARÃES, 2003; SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014) são

características da espécie, que é uma das mais utilizadas na produção de celulose e papel.

O *Eucalyptus grandis* tem distribuição originária entre as latitudes 17°S e 34°S na região costeira dos estados australianos de Queensland e Nova Gales do Sul, desde o nível do mar até 1.100 m de altitude. As suas principais exigências climáticas são: temperatura média anual entre 15 e 22°C e precipitação anual entre 800 e 2.000 mm. (FLORES et al., 2016). Flores et al. (2016) ainda afirmam que a variável de maior influência para explicar a adequabilidade das áreas do *E. grandis* no Brasil foi a precipitação anual e temperatura (Figura 2).

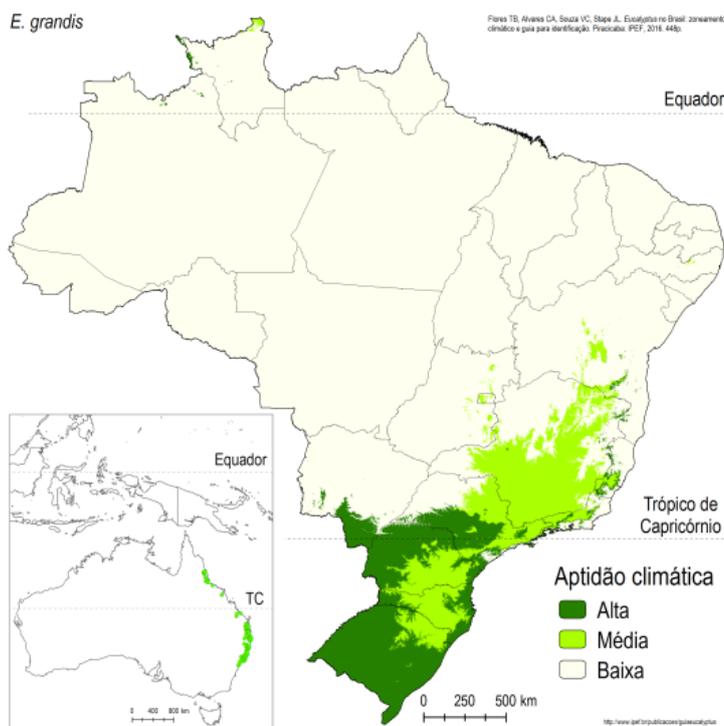


Figura 2– Área de aptidão climática para plantio de *Eucalyptus grandis*. Fonte: Flores et al. (2016)

Garcia et al. (2014) estudando modelagem da aptidão climática do *E. grandis* frente aos cenários de mudanças climáticas no Brasil, mostram que para o clima atual, a área apta para a espécie é de 1.499.405 km², correspondendo a 17,6% do território, estando localizadas de forma mais expressivas nas regiões sul (77,6%) e sudeste (50,3%). A geada é o fator climático de maior restrição ao plantio de *E. grandis* na região Sul do Brasil. Uma importante relação com a precipitação é evidenciada pelas limitações que a falta de água acarretam na espécie (HIGA; WREGGE, 2010).

O *E. grandis* é susceptível ao cancro, uma das doenças que mais causam perdas na cultura do eucalipto e foi considerado como a principal doença que afetou o eucalipto no Brasil na década de 70. É causado pelo fungo *Chrysophorte cubensis*, que afeta com maior frequência plantios em áreas com temperaturas médias ≥ 23 °C e precipitação anual ≥ 1.200 mm (PRINCIPAIS..., 2001). Essa doença pode causar grandes prejuízos, devido à queda qualitativa e quantitativa na produção. Outra doença que pode afetar a espécie é a ferrugem, causada por *Puccinia psidii* Winter, e sua ocorrência está

relacionada à presença de temperaturas amenas e umidade relativa bastante elevada, praticamente durante todo o ano (APARECIDO, 2009).

Em relação as principais pragas do *Eucalyptus grandis*, os ataques de *Ctenarytaina spatulata* e *C. eucalypti* (psilídeo-de-concha) ao *E. grandis* são bastantes severos pois pode causar deformação das folhas, a morte do ponteiro apical, deformação do fuste, diminuição na altura das plantas e por fim a perda de crescimento em mudas da espécie florestal (SANTANA et al., 2005). Além do psilídeo, o *E. grandis* também é susceptível ao ataque da vespa-da-galha-do-eucalipto *Leptocybe invasa*. De acordo com Lunz (2014), seus danos consistem na formação de galhas decorrentes da oviposição no interior das gemas apicais, hastes novas e, principalmente, das nervuras principais das folhas das árvores, causando a seca dos ponteiros atacados e desfolha.

A produção de mudas do *Eucalyptus grandis* é dada por meio de dois métodos, sexuado e assexuado. O método sexuado, isto é, pela produção de sementes para obtenção de êxito deve-se adquirir sementes de boa qualidade. As sementes devem ser obtidas de fornecedores idôneos e certificados (SANTAROSA; PENTEADO JUNIOR; GOULART, 2014). O método assexuado, ou seja, por meio de estaquia consiste na produção de mudas ou novas plantas a partir de partes ou órgãos vegetativos da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, raízes e outros), sendo denominada de propagação assexuada (WENDLING; FERRARI; GROSSI, 2002). Conforme Moura e Guimarães (2003) o *E. grandis*, sobretudo possui baixa capacidade de rebrota, entretanto, é dado como fácil a sua formação de mudas.

2.3. Substrato

Os substratos para a produção de mudas são definidos como meio adequado para sua sustentação e retenção das quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). Para Wendling, Ferrari e Grossi (2002) a principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer-lhe nutrientes para seu adequado crescimento. Por outro lado, além da questão sustentação e fornecimento de nutrientes para a planta, o substrato tem por finalidade, o desenvolvimento da muda com qualidade, em curto período de tempo e a baixo custo (CUNHA et al., 2006).

O substrato a ser utilizado deve ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos. Deve possuir qualidades desejáveis e indispensáveis que o torna adequado para satisfazer a sua funcionalidade como a retenção de umidade, a porosidade, a granulometria e as características químicas do próprio substrato (WENDLING, FERRARI; GROSSI, 2002). Além disso, Dias et al. (2006) salientaram que o substrato deve ter um nível baixo a médio nível de fertilidade, apresentar homogeneidade, capacidade de absorção de água e nutrientes, além da facilidade de manuseio. Estas características permitirão o bom desenvolvimento radicular e boa agregação do conjunto raiz-substrato (DIAS, 2006).

Cunha et al. (2006) reiteram que a qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico. Assim, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da

planta. Em virtude disto, há necessidade de utilizar substratos com características físico-químicas adequadas e com quantidades suficientes de elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das mudas (POZZA et al., 2007). Padovani (2006) conclui que o principal critério para definir as características do substrato deve ser baseado nas suas características físicas visto que as características químicas são relativamente fáceis de ser corrigidas com fertilizações de base e de cobertura.

A matéria orgânica favorece a formação de agregados, facilitando a penetração das raízes e a vida microbiana, promovendo as condições físicas e estruturais ideais num solo, como aumento da capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas (PADOVANI, 2006; CORDELL; FILER, 1984). Cordell e Filler (1984) relataram que 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. De um modo geral, resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente utilizados como uma alternativa para minimizar o impacto ambiental provocado por tais resíduos sólidos (CORREIA et al., 2003).

2.3.1. Biossólido

A crescente demanda da sociedade pelas melhorias das condições ambientais e humanas nas áreas urbanas tem exigido grandes investimentos em políticas públicas que compatibilizem o crescimento populacional com a preservação do meio ambiente (ABREU, 2014). Pedroza et al. (2010) afirmam que nas áreas urbanas os principais agentes poluidores de águas são os esgotos, que na maioria das vezes são lançados diretamente nos corpos de água. A dificuldade para realizar a disposição final adequada do lodo de esgoto produzido nas estações de tratamento é um problema para os gerentes da área de saneamento no Brasil (LIRA; GUEDES; SCHALCH, 2008).

O resíduo do processo de tratamento do esgoto das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) é denominado lodo de esgoto (PADOVANI, 2006). O lodo de ETE é um subproduto inevitável do tratamento biológico de esgotos. Este resíduo apresenta elevada carga poluidora, por apresentar matéria orgânica em excesso, organismos patogênicos, metais pesados e por ter características favoráveis à atração de vetores (ECCO, 2012).

As principais etapas do gerenciamento do lodo são: adensamento ou espessamento, estabilização, condicionamento, desidratação ou desaguamento, higienização ou desinfecção e disposição final (ECCO, 2012). Os processos de estabilização do lodo têm por objetivo atenuar duas características indesejáveis desse resíduo: odor e conteúdo de patógenos (ANDREOLI, 2001).

Segundo Padovani (2006), o lodo é proveniente do tratamento em nível primário e, ou secundário da ETE durante a fase de estabilização. No processo primário o lodo bruto é produzido pela separação do material grosso, areia e argila e, pelo processo de sedimentação e flotação, constituindo-se de um material acinzentado, pegajoso, com odor forte e de fácil fermentação. Já no processo secundário, o lodo digerido sofre por degradação biológica por digestão anaeróbia ou aeróbia, tornando o material com coloração escura e sem odor (PADOVANI, 2006). A poliacrilamida catiônica é um polímero utilizado no processo de desidratação, seu uso auxilia a formação dos flocos fazendo com que as partículas de lodo de esgoto sejam agregadas com mais facilidade

(FONSECA, 2012). A desidratação do lodo é facilitada devido ao aglutinamento das partículas (PEGORARO, 2016) e após o processo de desidrataação final, o material apresenta 80 a 90% de teor de sólidos (ABREU, 2014).

A aplicação de lodo de esgoto em solos agrícolas é uma prática que requer uma fiscalização rigorosa dos órgãos ambientais (PADOVANI, 2006). Em vista disto é dada a Resolução CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006). O lodo de esgoto, denominado como biossólido após tratamento para estabilização, pode ser utilizado como componente de substrato para produção de mudas florestais, consistindo em alternativa sustentável de disposição final deste resíduo. (ABREU, 2014; CABREIRA et al., 2017).

De acordo com Abreu et al. (2017), os biossólidos 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. A aplicação do biossólido em culturas agrícolas tem como principal benefício a incorporação dos macronutrientes – nitrogênio e fósforo - e dos micronutrientes – zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio no solo. O biossólido, de maneira semelhante a matéria orgânica, aumenta a retenção de umidade em solos arenosos e melhora a permeabilidade e infiltração nos solos argilosos, mantendo, por determinado tempo, uma boa estrutura e estabilidade dos agregados na superfície (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

Guedes e Poggiani (2003) em estudo com o biossólido em produção de mudas de eucalipto pontuam que sua utilização pode propiciar melhor aproveitamento de nutrientes pela planta em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente. Nóbrega et al. (2007) estudando a utilização do biossólido no crescimento de mudas de aroeira observaram que as mudas que receberam biossólido apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, em relação às que foram cultivadas somente com as amostras dos solos, devido à maior disponibilidade de nutrientes.

Barreiros et al. (2007) em seu estudo sobre características físicas e químicas da madeira de eucalipto em função da fertilização com biossólido, concluíram que a produtividade de madeira apresentou relação exponencial com o aumento das doses. Em seu estudo sobre a produção de mudas com biossólido, Abreu (2014) afirmou que sua utilização como substrato favoreceu o crescimento das mudas de *Schinus terebinthifolius* na fase de viveiro, resultando em mudas de qualidade morfológica superior às produzidas em substrato comercial sob fertilização de cobertura. Cunha et al. (2006) em seu estudo com mudas de *Acacia* sp consideraram que as mudas desenvolvidas no substrato com 100% de biossólido foram as que acumularam mais N e Ca, principalmente quando inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Caldeira et al. (2012) afirmaram que o uso de biossólido na composição do substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* é uma alternativa viável para a disposição final desse resíduo tendo em vista a economia de fertilizantes na produção das mudas, além do benefício ambiental e por fim, Trigueiro e Guerrini (2003) afirmam que o tratamento com 50% de biossólido e 50% de casca de arroz carbonizada promoveu desenvolvimento satisfatório em *Eucalyptus grandis*.

Os altos teores de nutrientes e matéria orgânica presentes nos biossólidos podem promover significativa economia de fertilizantes químicos aos viveiristas, assim como, o aumento na qualidade das mudas produzidas (TRIGUEIRO; GUERRINE, 2003). De

acordo com Oliveira et al. (2002), o lodo de esgoto aumenta a CTC do solo, pela introdução de cargas negativas na porção orgânica; aumenta a condutividade elétrica do solo e por fim o biossólido possui efeito no aumento do pH.

Nesse contexto, Caldeira et al. (2012) afirmam que utilização de fertilizantes orgânicos, tal como o biossólido, poderá contribuir para redução do uso de fertilizantes minerais. Além disso, o biossólido como substrato para a produção de mudas se torna uma alternativa para a redução de custos, tendo em vista sua disponibilidade e facilidade de aquisição. Em vista disto, o uso como fertilizante é uma alternativa promissora que vem sendo proposta para a destinação final ambientalmente adequado e economicamente viável para o biossólido (FARIA, 2000).

2.3.2. Pó de coco

O coqueiro, *Cocos mucifera L.*, é uma palmeira do gênero *Cocos*, que foi introduzido no Brasil através da Bahia, recebendo a denominação de coco-da-baía, e expandiu-se inicialmente pelo litoral nordestino, onde se encontram os principais produtores nacionais, Bahia, Ceará e Sergipe (BRAINER, 2017).

O coco é cultivado em cerca de 90 países que destinam o fruto, principalmente, para a produção de polpa e óleo, principais derivados do coco comercializados no mercado internacional. O Brasil encontra-se em quarta colocação com 15,3% da produção mundial em virtude de sua elevada produtividade comparada aos três principais produtores, somente abaixo da Indonésia, Filipinas e Índia (BRAINER, 2017). No Brasil, o coqueiro é cultivado com a finalidade de produzir frutos destinados à agroindústria para produção principal de coco ralado e leite coco, além da água de coco. Esse segmento de água de coco tem sido expandido, apresentando ainda grandes perspectivas futuras, tendo em vista o crescimento do consumo nos mercados interno e externo, o qual, tem sido normalmente associado à qualidade de vida e saúde (MARTINS; JÚNIOR, 2014).

Diante da intensa produção do fruto, a indústria de processamento de coco verde gera uma quantidade significativa de resíduos. Esse resíduo é descartado em aterros e lixões, o que vem provocando um enorme problema aos serviços municipais de coleta de lixo, em função, principalmente, do grande volume. As cascas podem ser utilizadas como combustível de caldeiras, ou ainda processadas para beneficiamento de fibras, usadas para manufatura de cordoalhas, tapetes e outros produtos. Do processo de beneficiamento para a obtenção de fibras, resulta uma quantidade considerável de pó com fibras curtas e esse material pode ser usado como substratos para plantas (BEZERRA et al., 2006; ROSA et al., 2001a).

O pó da casca de coco tem sido indicado como substrato agrícola, principalmente por apresentar uma estrutura física vantajosa proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e por ser biodegradável, porém é indicada a combinação com outros materiais, podendo ser necessário o uso da fertilização (KLEIN, 2015), devido o pó de coco apresentar baixa fertilidade.

É um meio de cultivo 100% natural e indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças (ROSA et al., 2001a). Senhoras (2003) em seu trabalho sobre a cadeia agroindustrial do coco, não só

discorreu a respeito do pó de coco utilizada como componente de substratos proporciona uma alta capacidade de retenção de água, como também, proporciona uma elevada aeração do sistema radicular, assim como uma grande estabilidade dos valores de pH e condutividade elétrica do meio. Os cuidados necessários em relação à obtenção do pó de coco são a desinfecção, uniformidade do substrato, processo de aglomeração de forma a não prejudicar a compactação.

O pó da casca de coco verde é obtido através de uma sequência de operações incluindo as etapas de dilaceração, pré-secagem, moagem, secagem e classificação. Rosa et al. (2001a) e Rosa et al. (2001b) observaram que o pó da casca de coco verde apresenta uma grande capacidade de retenção de umidade, sendo capaz de reter água em valor equivalente a praticamente, cinco vezes o seu peso seco e também, em função de sua estrutura física vantajosa, que proporciona alta porosidade, conferindo a esse substrato características adequadas ao cultivo agrícola. Do mesmo modo Silva, Simões e Silva (2011) estudando a qualidade de mudas de eucalipto em função do substrato constataram que a adição de pó de coco à vermiculita aumentou sua porosidade total em função, provavelmente, da alta quantidade de macroporos e microporos presentes no pó de coco.

O desenvolvimento de alternativas de aproveitamento da casca de coco verde possibilita a redução da disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários e proporciona uma nova opção de rendimento junto aos sítios de produção (ROSA et al., 2001b).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal “Luiz Fernando de 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 *Eucalyptus grandis*, as sementes foram adquiridas do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF. Os componentes utilizados para a produção dos substratos foram os biossólidos de lodo de esgoto da ETE Alegria e da ETE Ilha do Governador, o pó de coco e o substrato comercial à base de casca de *Pinus* (Mecplant).

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.

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 biossólido 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).

Conforme determina a Resolução CONAMA nº 375/2006 (CONAMA, 2006) foi realizada a caracterização química dos diferentes biossólidos, sendo avaliados os teores de metais pesados (Tabela 1) e macro e micronutrientes (Tabela 2). Os elementos avaliados foram: P, K, Ca, Mg, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn. O método aplicado foi o EPA 3050, com digestão ácida ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$) em blocos digestores em temperatura de 95°C. A determinação de K foi realizada por fotometria de chama e os demais elementos por espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

Os teores de C e N foram determinados pelo método de combustão a seco, em um autoanalisador CHN-600. A matéria orgânica (MO) foi calculada a partir do teor de carbono total presente em cada amostra, usando o fator de conversão de 2,20 verificado por Carmo e Silva (2012) para diferentes amostras de lodo de esgoto. O pH e condutividade elétrica (CE) (Tabela 3) foram determinados usando 5 g de cada amostra

diluída em 50 ml de água deionizada, agitado por 30 minutos e em seguida medidos em pHgâmetro e condutivímetro de bancada.

Tabela 1 - Caracterização química de metais pesados dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC)

SUBSTRATO	As	Ba	Cd	Pb	Cu	Cr	Ni	Zn
	mg kg ⁻¹							
ALE	0,9	383,1	2,5	127,8	330,0	133,7	50,8	1212,6
ILHA	<0,01	204,1	1,4	55,8	170,0	40,2	19,8	947,6
SC	0,2	47,6	0,2	6,3	12,5	24,2	13,3	28,1
CONAMA	41	1300	39	300	1500	1000	420	2800

*valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 375/ 2006 (mg kg⁻¹, base seca).

Tabela 2- Caracterização química de macro e micronutrientes dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC)

SUBSTRATO	N	P	K	Ca	Mg	C/N	MO	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Co
	%						mg kg ⁻¹						
ALE	3,43	1,89	0,28	2,16	0,55	7,0	53,4	34905	247,8	330,0	1212,6	731,3	5,4
ILHA	1,92	0,70	0,13	1,75	0,25	8,9	38,3	31290	173,8	170,0	947,6	241,3	4,2
SC	0,79	0,22	0,21	0,37	0,35	28,2	49,3	12205	156,8	12,5	28,1	121,3	3,4

Tabela 3- Condutividade elétrica (CE) e pH dos substratos biossólido da ETE Alegria (ALE), biossólido da ETE Ilha do Governador (ILHA) e substrato comercial (SC)

SUBSTRATO	pH	CE
		mS cm ⁻¹
ALE	4,57	3,72
ILHA	5,03	3,84
SC	6,06	0,65

Os tratamentos foram formados por 5 composições de substratos com 5 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 - 100% substrato comercial.

O delineamento experimental foi em blocos casualizado, os recipientes foram os tubetes de polipropileno com volume de 50 cm³ e esses foram acondicionados em bandejas planas de 176 células em canteiros suspensos na área à pleno sol com irrigação diária de aproximadamente 15 mm. A fertilização de base foi realizada apenas no substrato SC, para isso misturou-se 150 g de N, 300 g de P₂O₅ com Superfosfato Simples, 100 g de K₂O e para cada m³ de substrato. Após 30 dias da semeadura foram realizadas atividades de desbaste, repicagem e alternagem com tubetes ocupando 50% da bandeja plana de 176 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, de acordo com as recomendações de Gonçalves et al. (2000).

Aos 120 dias após a sementeira foi mensurado o diâmetro do coleto (DC) com paquímetro digital e altura da parte aérea (H) com régua graduada. A partir da H selecionaram-se cinco mudas mais próximas da média de cada repetição, para mensuração da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca do sistema radicular (MSR) e massa de matéria seca total (MST). 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 em g muda⁻¹;

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea em g muda⁻¹;

MSR - massa da matéria seca do sistema radicular em g muda⁻¹;

H - altura da parte aérea em cm;

DC - diâmetro de coleto em mm.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias. Atendidas as premissas realizou-se a análise de variância e ocorrendo diferença pelo teste F, aplicou-se o teste de médias de Scott-Knott a 95% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da parte aérea é de fácil medição e, portanto, utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 2002). A altura da parte aérea (H) média das mudas de eucalipto aos 120 dias após a semeadura foi de 43,1 cm (Tabela 4). Houve diferenças entre as composições de substrato, as mudas produzidas no substrato SC apresentaram maior crescimento (47,1 cm) e foram superiores as demais composições de substratos (Tabela 4). As mudas produzidas nos substratos ALE e ALE_PC (45,0 e 44,1 cm respectivamente) não diferiram e foram superiores as mudas produzidas nos substratos ILHA e ILHA_PC (39,9 e 39,2 cm respectivamente) que não diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4- 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 *Eucalyptus grandis* aos 120 dias após a semeadura

Tratamento	H cm	DC mm	H:DC	MSPA g muda ⁻¹	MSR	MST	IQD
ILHA	39,9 c	3,57 c	11,36 a	1,58 c	0,67 c	2,25 c	0,16 d
ILHA_PC	39,2 c	3,46 c	11,57 a	1,69 c	0,85 c	2,54 c	0,19 d
ALE	45,0 b	3,93 b	11,59 a	2,39 b	0,89 c	3,28 b	0,23 c
ALE_PC	44,1 b	3,96 b	11,23 a	2,39 b	1,19 b	3,58 b	0,27 b
SC	47,1 a	4,38 a	10,85 a	2,68 a	1,53 a	4,21 a	0,34 a
MÉDIA	43,1	3,86	11,3	2,15	1,02	3,17	0,24
CV (%)	10,7	13,1	15	26,7	45,4	31,2	35,7

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 95% de probabilidade no Teste de médias de Scott-Knott

O crescimento em H superior das mudas produzidas no SC pode ser justificado pelo fato que, apesar dos substratos com composição de biossólido apresentarem maior disponibilidade inicial de nutrientes, ocorreu o processo de lixiviação, principalmente em função do baixo volume do tubete (50 cm³) que necessita de maior frequência de irrigação. Como o SC recebeu regime constante de fertilização (base e cobertura), houve reposição dos nutrientes, sustentando assim maior crescimento das mudas nesse substrato. O crescimento em H superior das mudas produzidas com o substrato ALE em comparação com as mudas ILHA, pode ter como justificativa a maior disponibilidade de nutrientes nesse biossólido. Abreu et al. (2017) analisaram biossólidos de diferentes ETEs no estado do Rio de Janeiro, e o da Alegria apresentou teores médios de N, P e K superiores ao da Ilha, assim como o do presente trabalho (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.

Trigueiro e Guerrini (2003) chegaram à resultados semelhantes ao do presente trabalho, em que aos 120 dias, as mudas de *E. grandis* com o substrato comercial Multiplant obtiveram resultado melhor em altura do que aquelas com substrato composto por bio sólido, apenas não diferindo as mudas do substrato de composição 50% bio sólido e 50% de casca de arroz carbonizada. De modo diferente, Caldeira et al. (2013) em seu estudo com mudas de *E. grandis*, concluíram que as mudas produzidas com maiores proporções de vermiculita + bio sólido apresentaram resultados estatisticamente superiores em altura ao substrato comercial (que não recebeu fertilização de cobertura), em tubetes de 280 cm³. Caldeira et al. (2012) em seu estudo observaram que a produção de mudas de *Tectona grandis* pelo tratamento com 40% de bio sólido e 60% de substrato comercial (60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal) na composição do substrato apresentou crescimento estatisticamente superior em altura da parte aérea ao substrato comercial puro, em tubetes de 120 cm³.

Em função dos diferentes resultados obtidos nas referências acima citadas, fica evidente o efeito da interação substrato x recipiente. Nos recipientes menores (50 cm³) utilizados no presente estudo e por Trigueiro e Guerrini (2003) o substrato comercial fertilizado obteve mudas com crescimento superior, já nos trabalhos de Caldeira et al. (2013) e Caldeira et al. (2012) utilizando recipientes com maiores volumes os resultados foram positivos para formulações contendo bio sólido. Ou seja, em recipientes de pequeno volume o efeito da lixiviação é maior e a quantidade de nutrientes ofertada pelo bio sólido (componente mais fértil) é insuficiente para atender a demanda das mudas, o que leva a um resultado favorável do substrato comercial fertilizado. Já nos recipientes maiores, com menor efeito da lixiviação e maior oferta de nutrientes via bio sólido, os resultados são mais favoráveis às formulações com bio sólido.

Analisando a adição do pó de coco nos bio sólidos, observa-se que o mesmo não apresentou efeito no crescimento em H (Tabela 4). O pó de coco é um componente de baixa fertilidade, a sua adição aos substratos, apesar de provavelmente aumentar a retenção de água nos substratos, não proporcionou melhores condições de crescimento das mudas, além disso, Klein (2015) recomenda seu uso com fertilização.

Segundo Wendling e Dutra (2010) a altura das mudas de eucalipto considerada apta para o plantio é entre 15 e 25 cm, dessa forma, as mudas de todas as composições de substrato foram consideradas aptas para o plantio.

A presença do polímero poliacrilamida catiônica 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 apresentou efeito. Sendo as mudas produzidas com esse polímero com os maiores crescimentos em H analogamente as mudas produzidas com o substrato ILHA e ILHA_PC. A hipótese para tal resultado se baseia no efeito da salinidade na formação da cadeia do polímero, o que impediria sua formação e também na possível degradação desse polímero durante as etapas de produção do bio sólido, entre elas a compostagem.

Em relação ao diâmetro de coleto (DC), a média das mudas com 120 dias após a semeadura foi de 3,86 mm (Tabela 4). O resultado da análise estatística foi semelhante a da variável H (Tabela 4). As mudas do substrato SC apresentaram os maiores valores (4,38 mm) e foram superiores as demais, o substrato ALE e ALE_PC (3,93 e 3,96 mm respectivamente) foram iguais e superiores as mudas do substrato ILHA e ILHA_PC

(3,57 e 3,46 mm respectivamente) que foram iguais entre si (Tabela 4). Trigueiro e Guerrini (2013) observaram aos 120 dias após a semeadura que as mudas de *E. grandis* com o biossólido apresentaram os piores crescimentos em DC com média de 2,13 mm e, as mudas com o substrato comercial foram superiores em diâmetro (2,57 mm). No presente estudo o comportamento foi semelhante ao do trabalho de Trigueiro e Guerrini (2013), porém os valores de DC foram maiores no presente estudo. Todas as mudas apresentaram diâmetro de colo acima do mínimo recomendado para o plantio segundo critério de Wendling e Dutra (2010), que é de 2,0 mm.

Para a relação altura x diâmetro de coleto (H:DC) a média foi de 11,3 aos 120 dias após a semeadura e não houve diferença entre as mudas produzidas nas diferentes combinações de substratos (Tabela 4). 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 pois exprime o equilíbrio de crescimento da muda. Essa relação indica a qualidade da muda em qualquer fase do período de produção, devendo situar-se entre os limites de 5,4 a 8,1 (CARNEIRO, 1995). Todas as médias obtidas para essa característica foram acima dos limites propostos, o que indica que ocorreu estiolamento da muda. De acordo com Gomes et al. (2002) as mudas de *Eucalyptus grandis* já estão aptas para ir a campo em 90 dias, no presente trabalho também é possível inferir que as mesmas já estavam aptas ao plantio antes dos 120 dias.

De acordo com Abreu (2014), mudas com alta relação H:DC podem apresentar estiolamento e menor índice de sobrevivência no campo, devido ao tombamento decorrente dessa característica, podendo resultar em morte ou deformações das plantas no campo. Cabe ressaltar que a relação pode variar em função da espécie, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente, do manejo das mudas no viveiro e da idade em que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2012).

Em relação a MSPA a produção média foi de 2,15 g muda⁻¹, variando de 1,58 a 2,68 g muda⁻¹ entre os substratos (Tabela 4). As mudas do substrato SC foram superiores as demais mudas (2,68 g muda⁻¹). As mudas dos substratos ALE e ALE_PC foram iguais (2,39 e 2,39 g muda⁻¹ respectivamente) e superiores as mudas do ILHA e ILHA_PC (1,58 e 1,69 g muda⁻¹) (Tabela 4). Segundo Gomes e Paiva (2006), a MSPA indica a rusticidade da muda; quanto maior, mais rustificada e, está relacionada com a maior disponibilidade de N, P, Ca, Mg e K e também com o pH.

Os substratos de composição com biossólido apresentaram resultado inferior ao SC possivelmente como reflexo da lixiviação ocorrida, assim como para as variáveis H e DC anteriormente discutidas. Trigueiro e Guerrini (2003) verificaram acúmulo de massa de matéria seca aérea em mudas de *Eucalyptus grandis* superior com o substrato comercial (à base de casca de pinus decomposta) semelhante ao presente estudo. Resultados diversos foram verificados por Caldeira et al. (2013) em que verificou-se que a utilização de 20%, 40%, 60% e 80% de biossólido, respectivamente com 80%, 60%, 40% e 20% de vermiculita, proporcionou maiores médias desta característica para mudas de *E. grandis*.

A MSR média para as mudas de *E. grandis* foi de 1,02 g muda⁻¹ com 120 dias após a semeadura (Tabela 4). As mudas do substrato SC, com 1,53 g muda⁻¹ foram superiores as demais mudas. Na sequência as mudas do substrato ALE_PC (1,19 g muda⁻¹) foram superiores as demais mudas que foram iguais (ALE, ILHA_PC ILHA com valores de 0,89; 0,85 e 0,67 g muda⁻¹ respectivamente) (Tabela 4). Trigueiro e

Guerrini (2003) assim como neste trabalho, constataram que o tratamento com o substrato comercial promoveu maior acúmulo de massa de matéria seca em relação as raízes e observaram, que existe uma diferença da capacidade de retenção de água entre substratos, afetando negativamente o desenvolvimento das mudas. Segundo Carneiro (1995), o maior crescimento em raiz se dá pelas propriedades químicas e físicas dos substratos. A má formação do sistema radicular impede a absorção de água e nutrientes, em quantidades suficientes, para atender às necessidades da planta, resultando em um quadro sintomatológico típico de deficiência hídrica ou nutricional, em consequência do desequilíbrio entre parte aérea e raiz (ALFENAS et al., 2004). A qualidade do sistema radicular é um fator decisivo para o desempenho da muda no campo, por isso segundo Simões, Silva e Silva (2012) é um parâmetro de suma importância na qualidade.

O acúmulo de MST foi de 3,17 g muda⁻¹ aos 120 dias após a semeadura (Tabela 4) e seguiu o mesmo comportamento das variáveis H, DC e MSPA. As mudas do substrato SC, com 4,21 g muda⁻¹, foram superiores, as mudas do substrato ILHA e ILHA_PC (2,25 e 2,54 g muda⁻¹) que foram iguais e superiores as mudas do ALE e ALE_PC (3,28 e 3,58 g muda⁻¹ respectivamente). 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. Trigueiro e Guerrini (2003) concluíram que o tratamento com o SC apresentou melhor resultado em MST (1,75 g muda⁻¹) em comparação com o tratamento com o biossólido. Caldeira et al. (2002) observaram que o tratamento 20% de biossólido + 80% de vermiculita foi superior aos demais tratamentos com porcentagem maior de biossólido na composição do substrato para a produção de *E. grandis* e ao tratamento com substrato comercial.

O IQD médio das mudas foi de 0,24 aos 120 dias após a semeadura (Tabela 4). As mudas do substrato SC obtiveram o maior valor com 0,34, sendo superiores as demais (Tabela 4). As mudas produzidas com o substrato ALE_PC obtiveram IQD (0,27) superior as mudas do ALE (0,23), e ambas superiores as mudas do ILHA e ILHA_PC (0,16 e 0,19 respectivamente) que foram iguais (Tabela 4). Entretanto, Caldeira et al. (2002) constataram que os melhores tratamentos foram aqueles com 60% de biossólido + 40% de vermiculita e 20% de biossólido + 80% de vermiculita. Segundo Abreu (2014) o IQD é um dos parâmetros mais completos para se avaliar a qualidade da muda, pois é considerada a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda. Quanto maior o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda. Caldeira et al. (2002) ainda inferiram que o índice de qualidade de Dickson pode variar em função da espécie, manejo das mudas no viveiro, tipo e proporção do substrato, volume do recipiente e, principalmente, da idade em que a muda foi avaliada.

Considerando conjuntamente os resultados dos parâmetros morfológicos avaliados na produção das mudas de *Eucalyptus grandis*, o substrato comercial apresentou resultado satisfatório, assim como Trigueiro e Guerrini (2003) e Caldeira et al. (2002). Embora os tratamentos com o uso do biossólido como substrato obtiveram valores inferiores, estes são substratos viáveis para a produção de mudas de *E. grandis*, uma vez que em todos os parâmetros morfológicos o biossólido estavam dentro das referências mínimas da literatura.

O uso do biossólido como substrato 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 (VIÉGAS, 2017). Trigueiro

e Guerrini (2003) concluem que o uso do biossólido como substrato é de grande importância econômica, com uma economia de 64% na utilização de fertilizantes nas mudas de eucaliptos produzidas com biossólido. Peroni (2012) estudando o biossólido como substrato para produção de mudas de *E. grandis* em tubetes de 280 cm³ de volume, conferiu que aos 90 dias os tratamentos com 40% de biossólido e 60% de composto orgânico à base de palha de café e 20% de lodo e 80% de composto orgânico proporcionaram melhores resultados em termos de crescimento do que tratamentos com doses superiores de biossólido e até superiores ao tratamento com 100% de SC à base de casca de pinus decomposta.

Os estudos de Reis (2017) com mudas de orelha-de-negro e de Viégas (2017) com mudas de aroeira-pimenteira, ambas as espécies nativas pioneiras, utilizaram os mesmos componentes de substrato, biossólidos ALE e ILHA, e SC (Mecplant fertilizado), porém com resultados com 120 dias foram diferentes do presente estudo. Em ambas as espécies nativas, de forma geral, os melhores resultados foram obtidos com o biossólido ALE, e o biossólido ILHA e o SC tiveram desempenho semelhantes. A explicação para tais resultados é uma interação entre volume de recipiente, substrato e demanda nutricional das espécies. O *E. grandis* é uma espécie de elevada demanda nutricional (superior as espécies nativas), que atrelado à um recipiente de pequeno volume (50 cm³) com pequena reserva de água e de nutrientes e maior efeito de perdas por lixiviação, resultou em maior crescimento das mudas no substrato comercial que recebeu regime constante de fertilização mineral. De maneira inversa, as espécies nativas, com menor demanda nutricional, atrelada ao recipiente de maior volume (280 cm³) proporcionou as mudas condições nutricionais de maior crescimento, além de sofrer menos com as perdas com lixiviação.

5. CONCLUSÃO

Nas condições do presente estudo, considerando os parâmetros morfológicos e de qualidade avaliados na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* conclui-se que:

Os biossólidos de lodo de esgoto das ETEs Alegria (ALE) e Ilha do Governador (ILHA) apresentaram mudas com desenvolvimento e qualidade inferiores ao substrato comercial, porém dentro dos valores de referência para mudas aptas ao plantio;

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 aos biossólidos ALE e ILHA não proporcionou efeitos positivos ou negativos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442 p.

ANDREOLI, C. V.; von SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodo de Esgotos: Tratamento e Disposição Final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 484p. 2001.

APARECIDO, C. C. Ecologia de *Puccinia psidii*, agente causal da ferrugem das mirtáceas. **Infobibos**: informações tecnológicas, 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/puccinia/index.htm>. Acesso em: 22 set. 2018.

BARREIROS, R.M. et al. Modificações na produtividade e nas características físicas e químicas da madeira de *Eucalyptus grandis* causadas pela adubação com lodo de esgoto tratado. **Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 103-111, jan. 2007.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. In: SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. . Botucatu: FEPAF, 2006. cap. 8, p. 181-204.

BEZERRA, M. A. et al. **Substratos à base de pó da casca de coco verde para produção de mudas de cajueiro – anão precoce**. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 124, p 1-5, 2006.

BRAINER, S. A adaptação do nordeste ao cenário de modernização da cocoicultura brasileira. **Caderno Setorial ETENE**, Bahia, v. 2, n. 18, p. 1-25, out. 2017. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/2666752/18_coco_V4.pdf/93f42437-8108-ebc6-0f78-0cd8f41957b0. Acesso em: 26 set. 2018.

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, 30 ago 2006, n. 167, p. 141-146.

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

CALDEIRA, M. V. W. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013.

- CALDEIRA, M.V.W et al. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, mar. 2012.
- CARMO, D.L.; SILVA, C.A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, Viçosa, v. 36, p. 1211 – 1220, 2012.
- CARVALHO, R.M.M.; SOARES, T.S.; VALVERDE, S.R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia **Ciência Florestal**, v. 15, n. 1, pp. 105-118, 2005.
- 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 de 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, dez. 2003.
- CUNHA, A.M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-214, jun. 2006.
- DIAS, E.S.; et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande, MS: UFMS, 2006. 59 p. v.2.
- 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.
- FAO. **Global forest resources assessment FRA 2015: how are the world's forests changing?** Rome, 2015. 46 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.
- FARIA, L.C. **Fertilização de povoamentos de eucalipto com o biossólido da ETE de Barueri, SP: demanda potencial e nível mínimo de resposta**. Piracicaba, 2000. 85p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FLORES, T.B.; et al. ***Eucalyptus* no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação**. São Paulo. IPEF. 2016. 447 p.
- 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.
- GARCIA, L.G.et al. Modelagem da aptidão climática do *Eucalyptus grandis* frente aos cenários de mudanças climáticas no Brasil. **Scientia Forestalis**. IPEF. v. 42, p. 10. 2014.
- GOMES, J. M., PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV; 2006.

GOMES, J.M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p. 655-664, 2002.

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.

GUEDES, M.C; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biofósforo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 188-201, jun. 2003.

HIGA, R. C. V.; WREGE, M. S. **Zoneamento climático de *Eucalyptus grandis* para a região sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Árvores plantadas e biodiversidade**. 2017b. São Paulo. 5 p. 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/Infografico_Biodiversidade.pdf. Acesso em: 29 ago. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2017**. São Paulo, 2017 a. Relativo a 2016. Disponível em: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 25 ago. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Sumário Executivo 2018**. São Paulo, 2018. Relativo a 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/Digital_SumarioExecutivo_2018.pdf. Acesso em: 25 ago. 2018.

INMET- Instituto Nacional de meteorologia 2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 27 de setembro de 2018.

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

LIRA, A. C. S.; GUEDES, M. C.; SCHALCH, V. Reciclagem de lodo de esgoto em plantação de eucalipto: carbono e nitrogênio. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Amapá, v. 13, n. 2, p. 207-216, jun. 2008.

LUNZ, A.M.; CALÁBRIA, K.C.; COSTA, V.A. **Registro da vespa-da-galha- -do-eucalipto, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), no Pará**: descrição e recomendações. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. nº 54, p 1-6, 2014.

MAGALHÃES, A.P. M. J.M; BATISTA, O.E. IMPORTÂNCIA DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO COM ÊNFASE NAS PLANTAÇÕES FLORESTAIS COMERCIAIS. In: OLIVEIRA, E.B. et al. . **Plantações Florestais: Geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2016. cap. 1, p. 20-29.

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.

MARTINS, L.F.S. et al.. Características do sistema radicular das árvores de *Eucalyptus grandis* em resposta a aplicação de doses crescentes de biofósforo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.207-18, jun.2004.

MIRANDA, A. M. **Biofósforo 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.

MOURA, V.P.G.; GUIMARÃES, D.P. **Produção de mudas de *Eucalyptus* para o estabelecimento de plantios florestais**. Brasília – DF. Embrapa. 2003. Comunicado Técnico 83.

NÓBREGA, R.S.A et al. Utilização de biofósforo no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* raddi). **Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, dez. 2007.

OLIVEIRA, F.C. et al. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, 26: 505-519, 2002.

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.

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.

PEGORARO, D. S. **Otimização da síntese de poliácridamida catiônica em emulsão**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, SP.

PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis***. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

POZZA, A. A. A. et al. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, 2007.

PRINCIPAIS DOENÇAS NA CULTURA DO *EUCALYPTUS*. **Informações agronômicas**, nº 93, março 2001. 7p.

REIS, J.F. **Biofósforos e polímero hidroretentor na produção de orelha-de-negro em tubetes**. 2018. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ.

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, 2001a.

ROSA, M. F. et al. **Processo agroindustrial**: obtenção de pó de casca de coco verde. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 61, p 1-4, 2001b.

SANTANA, D.Q. et al.. **Danos causados por *Ctenarytaina spatulata* Taylor, 1977 (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, 50, 11–24. 2005.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J.F.; GOULART, I.C.G.R (Org.). **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** Brasília: Embrapa, 2014. 138 p.

SANTOS, R.C. dos. **Curvas de Crescimento em Altura e Índice de Sítio de Povoamentos Clonais de *Eucalyptus* spp. na Chapada do Araripe, Pernambuco.** 2012, 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2012.

SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes.** 2003. 36f. Monografia. Instituto de Economia – Universidade Federal de Campinas – SP.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007- 2012.** Brasília: SFB; 2013.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **As florestas plantadas.** 2018. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/florestas-plantadas>>. Acesso em: 31 out. 2018.

SILVA, R.B.G; SIMÕES, D.; SILVA, M.R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campo Grande, v. 16, n. 3, p. 297-302, dez. 2011.

SILVA, W.T.L. et al. **Potencialidade do uso de composto produzido a partir de lodo de esgoto urbano e poda verde de árvore.** Circular técnica. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária. n. 25. 5p. 2004.

SIMÕES, D.; SILVA, R.B.G.; SILVA, M.R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *E. urophylla* S.T Blake. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 91-100, mar. 2012.

TELES, C. R.; COSTA, A. N.; GONCALVES, R. F. Produção de lodo de esgoto em lagoas de estabilização e o seu uso no cultivo de espécies florestais na região sudoeste do Brasil. **Sanare**, v.12, n.12, p.53-60, 1999.

TOMAZ, C.A.D. **Uso de biossólido na produção de mudas de Eucalipto (*citriodora hook*).** 2017. 28f. Monografia. Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia – MG.

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

VIÉGAS, V. F. **Biossólidos na Produção de Mudas de Aroeira-Pimenteira em Tubetes.** 2017. 30p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ.

WENDLING, I.; DUTRA L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: Wendling I & Dutra LF (Eds.). **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo, Embrapa Florestas. p.13-47. (2010).

WENDLING, I.; FERRARI, M. F.; GROSSI, F. Curso intensivo de viveiros e produção de mudas. Colombo. Embrapa-florestas, **Documentos 79**, 2002. 48 p.