



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

**ALINE MACHADO MIRANDA**

**BIOSSÓLIDO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE JACARANDÁ-DA-BAHIA EM TUBETES DE DIFERENTES VOLUMES**

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
JUNHO – 2017



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

**ALINE MACHADO MIRANDA**

**BIOSSÓLIDO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE JACARANDÁ-DA-BAHIA EM TUBETES DE DIFERENTES VOLUMES**

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

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
JUNHO – 2017

**BIOSSÓLIDO E PÓ DE COCO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
JACARANDÁ-DA-BAHIA EM TUBETES DE DIFERENTES VOLUMES**

**ALINE MACHADO MIRANDA**

Monografia aprovada em 28 de junho de 2017.

Banca Examinadora:

---

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

---

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

---

Alan Henrique Marques de Abreu  
Engenheiro Florestal- CEDAE  
Membro

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela força e sabedoria durante esse tempo da graduação.

Ao meu pai por não medir esforços ao me apoiar e me ajudar no que fosse preciso. Você é meu grande exemplo!

Minha mãe por toda preocupação durante a faculdade, sofrendo junto comigo a cada prova e minha irmã, Adriana, por cada oração.

Ao meu namorado Jean Carlos, por ter toda paciência do mundo comigo, pelos conselhos e companheirismo durante essa etapa.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de ensino e por me permitir essa grande experiência durante a graduação.

Ao meu professor e orientador José Carlos Arthur Junior, pela oportunidade de estágio, pela orientação da minha monografia, pelos ensinamentos e paciência.

Aos funcionários do Viveiro Luiz Fernando Oliveira Capellão da UFRRJ, em especial Tião e Cacá por toda amizade, ajuda e companheirismo.

Ao LAPER por estar sempre de portas abertas, permitindo que eu fizesse medições.

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

As meninas Jéssica, Fernanda e Gabriela pela ajuda no durante as medições do experimento.

As meninas Fernanda, Priscila, Stephany, Bruna, Natália e Juliene por toda amizade e companheirismo durante a graduação, sem vocês o caminho seria mais difícil.

Aos amigos que construí ao longo dessa jornada e a turma 2011-2 que sempre me deram força e não me deixaram desistir.

## RESUMO

A Mata Atlântica sofreu interferência das atividades antrópicas desde o processo de colonização do Brasil, restando 8,5% de remanescentes florestais do que existia originalmente, e essas áreas abrigam espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, como é o caso da espécie arbórea *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth (jacarandá-da-bahia). Para recuperar esse bioma, há uma grande demanda por mudas, e conseqüentemente de insumos, destacando-se o substrato. Com o aumento dos centros urbanos cresce os problemas decorrentes dos resíduos urbanos e industriais produzidos, que muitas vezes possuem como destinação mais comum o aterro sanitário. Diante do contexto, o objetivo do trabalho foi utilizar dois resíduos, urbano e industrial, como componentes de substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia. Para isso avaliaram-se o crescimento e a qualidade das mudas produzidas com biossólido de lodo de esgoto e pó de coco em diferentes proporções, em tubetes de dois volumes, tendo um substrato comercial como referência. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram testadas cinco diferentes proporções de biossólido de lodo de esgoto mais pó de coco (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0), além do tratamento referência, substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita. O delineamento foi do tipo inteiramente casualizado com quatro repetições de 10 mudas, sendo cada tipo de tubete (110 e 280 cm<sup>3</sup> de volume) considerado um experimento. Dos 60 aos 120 dias de idade foram mensuradas altura das mudas, e aos 120 dias o diâmetro do coleto, a massa de matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e da total. Com base nos parâmetros morfológicos obtidos foi calculado o índice de qualidade de Dickson para estimar a qualidade das mudas. Entre as composições de substrato para o tubete de 110 cm<sup>3</sup> é recomendado o uso dos substratos que apresentam biossólido na sua composição, independente da proporção. Para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup> o melhor resultado foi obtido com o substrato composto apenas pelo biossólido de lodo de esgoto (100/0). O substrato composto apenas pelo pó de coco (0/100) e o comercial (SC) apresentaram baixa sobrevivência e crescimento inferior, não sendo recomendados para produção de mudas de jacarandá-da-bahia.

**Palavras chave:** *Dalbergia nigra*, resíduo, reciclagem

## ABSTRACT

The Atlantic Forest has suffered interference from anthropic activities since the Brazilian's process of colonization. From the originally existence, there is 8,5% of forest remnants. These areas shelter animal and vegetable threatened species, like *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth (jacarandá-da-bahia), a tree species. There is a huge demand of seedlings and, consequently, inputs, especially substratum, to recover this biome. As urban centers grow, it grows the problems resultant from urban and industry produced residues, that have, many times, as a common destination, the landfill. Considering the context, the purpose of the work was to utilize two residues, urban and industrial, as substratum components to jacaranda-da-bahia seedlings produce. To achieve this, there were evaluated the growth and quality of the seedlings, produced using sewage sludge biosolids and coconut powder in different proportion and using two types of containers, with different volumes. It was used a commercial substratum as a reference. The experiment was conducted in the forest nursery of the Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. There were tested five different proportions of sewage sludge biosolids and coconut powder (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0), besides the reference treatment composed of commercial substratum, made from Pinus bark and vermiculite. The design was the complete randomized type, with four replicates of 10 seedlings. Each type of container (110 and 280 cm<sup>3</sup> of volume) was considered as one experiment. From the day 60 to the day 120, the height of the seedlings was measured. By the day 120, the collar diameter, the mass of dry matter from the aerial part, root system and total were measured. Based on morphological parameters, to estimate the seedlings quality, it was calculated the Dickson's quality index. Between the substratum compositions for the 110 cm<sup>3</sup> container, it's recommended the use of substratum that presents biosolids in its composition, in any proportion. For the 280 cm<sup>3</sup> containers, the best result was obtained by the substratum composed only of sewage sludge biosolids (100/0). The substratum composed only of coconut powder (0/100) and the commercial substratum (SC) presented low survivor and inferior growth. This way, these ones are not recommended to jacarandá-da-bahia seedlings produce.

**Keywords:** *Dalbergia nigra*, residues, recycling

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Produção de Mudas.....	2
2.2. Substrato .....	3
2.2.1. Biossólido .....	4
2.2.2. Pó de coco.....	6
2.3. Tubetes.....	8
2.4. Jacarandá-da-bahia.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
5. CONCLUSÃO .....	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores de metais pesados potencialmente tóxicos e concentração de patógenos presentes no biossólido de lodo de esgoto da ETE Ilha do Governador .....	12
Tabela 2 - Análise química (teores totais) do biossólido de lodo de esgoto (amostra base seca) utilizado para produção de mudas, fornecido pela CEDAE.....	12
Tabela 3 - Análise física dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas.....	13
Tabela 4 - Composição dos substratos e a respectiva identificação dos tratamentos.....	13
Tabela 5 - Percentual médio de sobrevivência de mudas de jacarandá-da-bahia, entre 60 e 120 dias após a semeadura, em função das diferentes composições de substrato em tubetes de 110 e 280 cm <sup>3</sup> .....	15
Tabela 6 - Temperatura média e precipitação acumulada média do período compreendido entre 1961-1990 e do ano de 2017, durante os meses de janeiro a abril .....	16
Tabela 7 - Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa e matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa de matéria seca de raiz (MSR), da massa matéria seca total (MST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura em diferentes tubetes e composições de substrato .....	18

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de jacarandá-da-bahia aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 110 cm <sup>3</sup> (A) e 280 cm <sup>3</sup> (B).....	17
--	----

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os biomas brasileiros a Mata Atlântica merece especial atenção por ser um dos que mais sofreu interferência das atividades antrópicas desde o processo de colonização do Brasil (OLIVEIRA NETO; MARTINS; LELES, 2015). De acordo com a SOS Mata Atlântica (2017) esse bioma abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km<sup>2</sup> e se estendia por 17 estados. Restam 8,5% de remanescentes florestais do que existia originalmente, e essas áreas ainda abrigam imensa diversidade de fauna e de flora, incluindo espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017).

Grande parte dessa devastação ocorreu principalmente pela expansão das áreas urbanas com o aumento da população, onde vivem cerca de quase 72% da população brasileira (IBGE, 2010). Diante desse cenário, é de extrema importância para a conservação da Mata Atlântica a restauração desses ambientes impactados, sendo o plantio de mudas uma das estratégias mais utilizadas. Segundo o Pacto da Mata Atlântica (2009) existem aproximadamente 940 mil hectares passíveis de restauração florestal, o que gera uma demanda estimada de 940 milhões de mudas.

Dentre essas espécies ameaçadas de extinção podemos citar o jacaranda-da-bahia que tem alto potencial para o manejo florestal sustentável (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Além disso sua madeira é bastante decorativa, muito resistente, de longa durabilidade natural. A sua utilidade é própria para mobiliário de luxo, sendo mundialmente conhecido seu emprego na construção de piano; empregada também para acabamentos internos em construção civil, como lambris, molduras, portas, rodapés, para folhas faqueadas decorativas, revestimento de móveis, caixas de rádios e televisões, peças torneadas, instrumentos musicais e etc (LORENZI, 2014).

Por outro lado, o aumento da população nos centros urbanos gera significativa quantidade de diversos resíduos, os quais, muitas vezes, são acumulados no ambiente sem o adequado tratamento, ou utilização, que possibilite sua reciclagem (FONSECA, 2015). Nesse contexto, podemos citar o lodo de esgoto, resíduo produzido durante o processo de tratamento das águas residuárias advindo das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), os quais apresentam como destinações finais mais comuns, os aterros sanitários, o reusam industrial, a incineração, a construção civil, etc. (ABREU, 2014). O lodo de esgoto devidamente tratado e estabilizado é denominado de biossólido (ABREU, 2014). Esse resíduo é rico em matéria orgânica e em nutrientes, sendo a aplicação agrícola e florestal, prevista dentro da legislação do CONAMA

nº 375/2006, uma vantagem ambiental mais adequada do que comparado a outras práticas de destinação final. Nesse sentido, vem sendo amplamente estudado a sua utilização na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais.

Outro resíduo que vem estudado para a mesma finalidade é o pó de coco. Esse material é resíduo da indústria do coco, a qual apresenta significativa importância para a economia nacional. Do processo resulta uma mistura de fibras curtas e uma considerável quantidade de pó que não são utilizadas pela indústria e são dispostas em lixões e aterros sanitários (CORREIA et al., 2003). Esse resíduo apresenta uma estrutura física vantajosa para composição de substrato, proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade, ser biodegradável e estimulador do enraizamento (KLEIN, 2015). É utilizado para cultivo de hortaliças sem o uso do solo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e de fertilizantes (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002). Além disso, também apresenta como vantagens a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima que é renovável e o baixo custo para o produtor (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Segundo Gonçalves et al. (2000) deve-se dar prioridade ao uso de substratos que constituem resíduos industriais ou urbanos, pois, além de diminuir o problema ambiental, geralmente são uma garantia de fornecimento de matéria-prima em longo prazo e baixo custo (CALDEIRA et al., 2007; CALDEIRA et al., 2008).

Diante do contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o biossólido e o pó de coco como componentes de substrato para produção de mudas de jacarandá-da-bahia em diferentes volumes.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Produção de Mudanças**

Ao longo dos séculos, a atividade antrópica vem causando a degradação dos ecossistemas. Por causa dessa degradação, a população vem sofrendo com problemas ambientais. Diante dessa situação, a restauração de áreas degradadas se torna cada vez necessária para diminuir os efeitos negativos da destruição dos ambientes naturais (KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003). Dentre os métodos de recuperação de áreas degradadas, o plantio de mudas é realizado com o objetivo principal de proteger rapidamente o solo contra a erosão e aumentar a chance de sucesso da recuperação (ALMEIDA, 2016). A

vantagem desse método é o controle da densidade de plantio que deverá ser, preferencialmente, próxima ao do original, no mesmo ambiente e estágio sucessional (ALMEIDA, 2016).

Segundo dados do Pacto da Mata Atlântica (2009) existem aproximadamente 939.800 hectares passíveis de restauração florestal. Devido a isso o plantio de mudas com qualidade é fundamental, pois influencia na percentagem de sobrevivência, na velocidade de crescimento e conseqüentemente no sucesso da recuperação. Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem melhor competição com a vegetação invasora, reduzindo os custos dos tratamentos culturais (MORGADO et al., 2000).

Para a formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação radicular e formação do sistema radicular e da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; CALDEIRA et al., 2000).

Diante da crescente demanda de mudas de espécies arbóreas nativas para a revegetação de áreas degradadas novas técnicas vem sendo desenvolvidas a fim de tornar o processo de produção mais eficiente e econômico, além de melhorar a qualidade das mudas (MORAES et al., 2013).

## **2.2. Substrato**

A principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Para a obtenção de um substrato de qualidade que proporcione condições adequadas a muda, há a necessidade de que o mesmo possua algumas características importantes, tais como: a formação de um torrão resistente, ter a capacidade de reter umidade, disponibilizar nutrientes para as mudas quando necessário, ter uma relação de porosidade e compactação ideal para que não impeça o sistema radicular de desenvolver e ao mesmo tempo não seja muito frágil ao ponto de desmanchar quando manuseado (STURION; ANTUNES, 2000). Além disso a escolha de um substrato também deve levar em consideração a disponibilidade de material no local, ser isento de patógenos e sementes de plantas invasoras, ter pH próximo a 6,0 e um coeficiente de condutividade elétrica adequado (CUNHA et al., 2005).

Existem diversos tipos de substratos, dentre os quais citam-se: terra de subsolo, composto orgânico, vermiculita, areia, esterco animal, serragem, casca de árvores

decompostas, moinha de carvão (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006). Atualmente, encontram-se no mercado substratos esterilizados, livres de pragas e doenças, formulados especialmente para a produção de mudas, tais como: composto orgânico, húmus, espuma fenólica (para enraizamento de estacas e cultivo hidropônico) e fibra de coco, entre outros (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

Segundo Wendling; Dutra; Grossi (2006) recomenda-se que seja feita a mistura de dois ou mais materiais para a formulação do substrato, visando a uma boa aeração, drenagem e fornecimento de nutrientes de forma adequada.

Gonçalves e Pogianni (1996), descrevem que a formulação de um substrato capaz de produzir mudas de boa qualidade deve ter por volta de 70 à 80% (volume) de um componente orgânico e o restante com um material que permita aumentar a macroporosidade, favorecendo o crescimento das raízes e evitando o acúmulo excessivo de água.

### **2.2.1. Biossólido**

Considerando que a produção de lodos de esgoto é uma característica intrínseca dos processos de tratamento de esgotos e tende a um crescimento no mínimo proporcional ao crescimento da população humana, a solução para sua disposição é medida que se impõe com urgência (BRASIL, 2006). A disposição final adequada do lodo é uma etapa problemática no processo operacional de uma estação de tratamento de esgoto, pois apresenta elevado custo do orçamento operacional (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

Entre as alternativas existentes para a disposição do lodo de esgoto, a utilização como condicionador de solo (efeito floculante/cimentante) ou fertilizante, para fins agrícola e florestal vem sendo amplamente estudada e recomendada, uma vez que o mesmo é rico em nutrientes e matéria orgânica (LAPERUTA NETO, 2006).

Para uso agrícola, a Resolução CONAMA nº 375 (2006) define que o lodo de esgoto ou biossólido pode ser classificado como produto derivado estabilizado do tratamento do esgoto sanitário, que não apresenta potencial de geração de odores e atração de vetores de acordo com os níveis estabelecidos pela legislação. O lodo que não tenha recebido tratamento adequado para controle de poluentes e de patógenos não é considerado biossólido (POGGIANI; GUEDES; BENEDETTI, 2000).

Segundo Bettiol e Camargo (2000), o biossólido apresenta composição muito variável, pois depende da origem do esgoto, bem como do processo de tratamento e do seu caráter sazonal. A constituição química do biossólido típico apresenta em torno de 40% de matéria

orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e os demais macro e micronutrientes, além de elementos potencialmente tóxicos (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

Em razão do alto teor de matéria orgânica, o bio sólido melhora as condições físicas do solo ou do substrato, pois aumenta a retenção de água, melhora a permeabilidade e a infiltração de água, e por determinado tempo, mantém uma boa estrutura e estabilidade dos agregados (BETTIOL; CAMARGO, 2000). Além disso, pode propiciar melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à fertilização mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO e BARRAL, 1981 citado por SANTOS, 2013).

Nesse sentido, a principal vantagem econômica do emprego do uso do bio sólido, para fins agrícolas e florestais, é a redução ou mesmo eliminação da necessidade da aplicação de corretivos e fertilizantes minerais, principalmente do N, do P e do Zn (ABREU JUNIOR et al., 2005). Contudo a substituição total ou parcial dos corretivos e dos fertilizantes irá depender do tipo e da dose do resíduo orgânico empregado, a necessidade da cultura e também da sua composição (ABREU JUNIOR et al., 2005). Como os lodos são pobres em potássio (cerca de 0,1 %) pode haver necessidade de adicionar esse elemento (BETTIOL; CAMARGO, 2000).

A utilização de lodo de esgoto como bio sólido, aproveitando seu potencial fertilizante e condicionador de solos para promover o crescimento de plantas, representa a possibilidade de associar ganhos para o produtor, por meio do aumento da produtividade das culturas e redução do uso de fertilizantes minerais, com ganhos para os geradores de lodo, pela efetivação de métodos adequados e mais econômicos de disposição final desse resíduo (GUEDES et al., 2006).

Caldeira et al. (2012), comparando o crescimento de mudas de *Toona cilata* com diferentes substratos em tubetes, obtiveram maiores valores de altura e diâmetro do coleto nos tratamentos com 100 e 70% de bio sólido acrescido com 30% de terra de subsolo.

Santos (2013) constatou que as espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Schinus terebenthifolius* mostrou-se responsiva à presença de bio sólido na composição do substrato. O tratamento que recebeu 80% de bio sólido obteve resultados tendendo ser melhores quando comparados aos demais.

### 2.2.2. Pó de coco

O coqueiro (*Cocos nucifera L.*) é uma planta comum na região litorânea do nordeste brasileiro, sendo possível cultivá-la em regiões de clima tropical com temperatura acima de 22°C, com elevada umidade e chuvas sazonais (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002). A partir do seu fruto, são obtidos vários produtos como o coco, o óleo e a água do coco, os quais são importantes

De acordo com Martins e Júnior (2014), dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) de 2014 mostraram que o Brasil possui cerca de 280 mil hectares cultivados com coqueiro, distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional com produção próxima dos dois bilhões de frutos. As maiores plantações se concentram na faixa litorânea da região nordeste e parte da região norte do Brasil, as quais detêm próximos dos 70% da área de produção do coco brasileiro.

Em 2014 o país foi o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas de coco, obtendo uma produtividade média próxima de 11 toneladas por hectare (MARTINS; JÚNIOR, 2014). Ainda segundo Florence (2010) tendo como referência o ano de 2010, a produção anual foi superior a 500 milhões de frutos contribuindo com mais de R\$ 221 milhões para a composição do Valor Bruto da Produção Agrícola. Em termos de empregos gerados, estudos na área informam que 1 ha de coco ocupa, em média, 3 pessoas em emprego direto e que cada emprego direto gera 4 empregos indiretos. De posse dessa relação, e considerando a área colhida no Brasil em 2013, que foi de aproximadamente 257.462 ha, tem-se um total de, pelo menos, 772.386 empregos diretos e 3.089.544 empregos indiretos gerados ao longo da cadeia produtiva do coco (CUENCA, 2016).

Da indústria de processamento de coco verde ou maduro origina-se uma quantidade significativa de resíduos dos quais as cascas de coco maduro são geralmente utilizadas como combustível de caldeiras ou processadas para o beneficiamento de fibras longas, curtas ou pó de coco (ROSA et al., 2001). Diferentemente do coco maduro, as fibras do coco verde não são aproveitadas pelas indústrias de fibra, sendo as cascas descartadas em lixões ou aterros sanitários (CORREIA et al., 2003), levando mais de 8 anos para se decompor (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Entre os resíduos do coco maduro, o pó de coco é o nome dado ao resíduo oriundo do material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera L.*), de onde são retiradas fibras longas utilizadas na fabricação de cordas, tapetes e muitos outros

produtos; desse processamento resultam uma mistura de fibras curtas e uma considerável quantidade de pó (KLEIN, 2015). O pó de coco possui grande porcentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23- 43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3- 12%), que é a fração vulnerável ao ataque de microrganismos (NOGUERA et al., 1998), conferindo durabilidade ao material.

As propriedades físico-químicas variam bastante em função da fonte de matéria prima e do seu processamento. Sánches (1999) apresenta resultados médios de vários autores onde pode ser visualizada essa grande variabilidade: pH = 5,4; condutividade elétrica (CE) = 1,8 dS m<sup>-1</sup>; capacidade de troca catiônica (CTC) = 92; relação C:N=132; densidade = 70 g L<sup>-1</sup>; porosidade total = 95,6%; retenção de água = 538 ml L<sup>-1</sup>; capacidade de aeração = 45,5% e água facilmente assimilável = 19,8%.

O material é bastante variável quanto ao nível de salinidade e nutrientes e, como tal, deve ser caracterizado, principalmente em termos de condutividade elétrica (CE), pois, dependendo do tipo de cultivo a ser utilizado, deverá ser procedida uma etapa de lavagem (KLEIN, 2015). Há casos em que o pó da casca de coco apresenta níveis tóxicos de cloreto de potássio (nem sempre sódio, como se pressupõe) (KÄMPF; FERMINO, 2000).

Atualmente, o resíduo ou pó da casca de coco maduro tem sido indicado como substrato agrícola, principalmente por apresentar uma estrutura física vantajosa proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade, por ser biodegradável (KLEIN, 2015) e estimulador do enraizamento (TEO; TAN, 2003 citado por KLEIN, 2015). 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., 2001). É também ideal para o cultivo de hortaliças sem o uso do solo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e de fertilizantes (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Citam-se também como vantagens a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima que é renovável e o baixo custo para o produtor (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Correia et al. (2003) sugerem que o pó da casca do coco maduro ou verde, na proporção de 20%, pode ser um dos componentes na mistura do substrato recomendado na produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce em tubetes, substituindo o solo hidromórfico.

Lacerda et al. (2006), recomendam a produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) com substratos à base de pó de coco ou quando este integrar mais de 50% das formulações em substratos contendo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, pois os substratos combinados contendo o pó de coco apresentaram melhores resultados com relação às características físicas e químicas, em comparação com os demais substratos estudados (resíduo de sisal e solo).

Silveira et al. (2002) concluíram que o pó de coco puro não revelou ser um bom substrato para a produção de mudas, uma vez que as plântulas de tomateiro não apresentaram bom desenvolvimento. Para os mesmos autores, para ser eficiente como substrato esse material deverá ser empregado em mistura com outros materiais mais ricos em nutrientes.

### **2.3. Tubetes**

Recipiente é a estrutura física utilizada para o acondicionamento de qualquer substrato para o cultivo intensivo de plantas, desde a germinação de sementes, crescimento de mudas até a comercialização final da muda pronta (RIBEIRO et al., 2016). A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir a melhor qualidade, devido ao melhor controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, transporte, distribuição e no plantio (GOMES et al., 2003 citado por ABREU, 2011).

Os tubetes são providos de frisos internos longitudinais e equidistante em número de 4, 6 ou 8 que direcionam as raízes no sentido vertical, em direção ao fundo do recipiente onde existe um orifício para a drenagem da umidade e saída das raízes, o que promove a sua poda por oxidação causada pelo ar. A configuração deste tipo de recipiente evita o crescimento de raízes em forma espiral (CARNEIRO, 1995). Parviainen (1981) afirma que a produção de mudas em recipientes de parede interna lisa, como no caso dos sacos plásticos, provoca envelhecimento de raiz e com os tubetes tal problema pode ser acertado com a formação de estrias longitudinais internas.

Na escolha de recipientes deve-se considerar o tamanho inicial e final da muda, custo de aquisição, durabilidade, facilidade de manuseio e de armazenamento, de modo geral, o tamanho do recipiente deverá ser escolhido de forma a proporcionar o maior volume possível de solo às raízes, mas que seja de menor peso possível e facilmente transportável (RIBEIRO et al., 2016). Os recipientes mais utilizados são os sacos plásticos de polietileno negro, tubetes

de polipropileno reutilizáveis e vasos de polipropileno, disponíveis no mercado em diversos tamanhos (RIBEIRO et al., 2016).

Os tubetes requerem investimentos mais elevados, mas apresentam custo operacional muito menor, tanto na produção de mudas quanto no transporte, proporcionando substancial redução no custo final do produto (MACEDO et al., 1993). Segundo MACEDO et al. (1993) para as espécies nativas, já vem sendo empregado o tubete em grande escala. São reutilizáveis, requerem menor quantidade de substrato, demandando menos tempo para o preenchimento. Além disso, requerem menos espaço para armazenamento e são mais leves para serem transportados ao local definitivo de plantio das mudas, levando a uma redução no custo da produção da muda (RIBEIRO et al., 2016).

Gomes, Couto e Borges (1990) também atribuíram importância às dimensões, uma vez que o uso de recipientes maiores que os recomendáveis, resultou em custos desnecessários de recursos materiais na produção de mudas de Ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.), Copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* (L.) Benth.). Além disso, o diâmetro e altura dos recipientes devem variar, segundo os autores, com as características de cada espécie e respectivo tempo de permanência no viveiro.

Reis (2003) testando três tipos de recipiente (tubete de 53 e de 280 cm<sup>3</sup> e sacola plástica de 450 cm<sup>3</sup>), para a produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* Ducke (paricá), concluiu que tanto as mudas produzidas nos tubetes maiores e nas de sacolas plásticas foram de boa qualidade. Considerando o maior custo de mão-de-obra e manejo recomendou a produção de mudas da espécie em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>.

Santos et al. (2000) observou que o desenvolvimento das mudas de *Cryptomeria japonica* está diretamente relacionado com o volume do tubete. Os valores de todas as variáveis analisadas (altura, diâmetro do colo, massa seca da raiz e massa seca da parte aérea) aumentam com o tamanho do tubete utilizado, independente do tipo de substrato.

#### **2.4. Jacarandá-da-bahia**

O jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth) é uma árvore perenifólia a semicaducifólia, comumente encontrada com 15 a 25 m de altura e 15 a 45 cm de diâmetro a altura do peito (DAP) (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Pertencente à família das Leguminosae-Papilionoidae, tem sua ocorrência natural nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, na floresta pluvial atlântica (LORENZI, 2014).

Na floresta, a espécie aparece em terrenos ondulados e montanhosos, ocupando o topo e as encostas das elevações onde ocorrem solos argilosos e argiloarenosos, profundos e de boa drenagem (RÊGO; POSSAMAI, 2003). A espécie floresce e frutifica a intervalos de 2 a 3 anos e a quantidade de sementes produzidas é variável ano a ano (RÊGO; POSSAMAI, 2003). O sul da Bahia, norte do Espírito Santo, em altitudes que variam entre 30 m a 1700 m, é a maior zona de ocorrência natural do jacarandá-da-bahia, onde é encontrado numa frequência de 0,8 árvores ha<sup>-1</sup>, correspondendo a um volume de 1,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (RÊGO; POSSAMAI, 2003).

As condições ambientais ideais para seu desenvolvimento e crescimento são temperaturas médias entre 19 a 25°C e precipitação acima de 2000 mm anuais (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Na sua maioria, essa espécie ocorre espontaneamente em solos profundos e de baixa fertilidade natural e em topografia acidentada, onde a floresta é menos densa (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Apresenta também crescimento rápido em solos de alta fertilidade, da Floresta Atlântica (LORENZI, 2014).

A madeira é moderadamente pesada (densidade 870 kg m<sup>-3</sup>), bastante decorativa, muito resistente, de longa durabilidade natural (LORENZI, 2014). Sua utilidade é própria para mobiliário de luxo, sendo mundialmente conhecido seu emprego na construção de piano; empregada também para acabamentos internos em construção civil, como lambris, molduras, portas, rodapés, para folhas faqueadas decorativas, revestimento de móveis, caixas de rádios e televisões, peças torneadas, instrumentos musicais e etc (LORENZI, 2014).

A lenha e o carvão produzido são de boa qualidade (CARVALHO, 2003). É uma espécie recomendada para recuperação do solo, por depositar razoável camada de folhas e por mostrar grande amplitude de tolerância ambiental (CARVALHO, 2003). Segundo Galvão et al. (1979), a sua madeira é uma das mais valiosas que ocorrem no Brasil. Esta espécie, assim como outras nativas, foi submetida a um intenso processo de exploração extrativista, sendo considerada, uma espécie ameaçada de extinção (BRASIL, 2007). E de acordo com a Portaria nº 443 publicada pelo Ministério do Meio Ambiente no dia 18 de dezembro de 2014 a espécie está incluída na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção na categoria vulnerável.

A árvore é muito ornamental, principalmente pela folhagem delicada e forma aberta de sua copa; é largamente empregada no paisagismo em geral (LORENZI, 2014). Como planta rústica e adaptada a terrenos secos é ótima para plantios mistos em terrenos degradados de preservação (LORENZI, 2014).

É uma espécie com alto potencial para o manejo florestal sustentável (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Entre as principais estão a sua facilidade de comercialização no mercado atual, por sua madeira de alta qualidade; sua alta taxa de regeneração em florestas alteradas e sua fácil adaptação em terrenos de baixa fertilidade (RÊGO; POSSAMAI, 2003). Estudos conduzidos mostram que a fragmentação das subpopulações e do habitat está diminuindo a diversidade genética da espécie (CNCFLORA, 2012). Além disso, a extração ilegal da madeira é uma realidade, principalmente de raros indivíduos de grande porte remanescentes em áreas de floresta primária, e para que a espécie possa restabelecer sua população será necessário o controle das suas áreas de ocorrência, assim como estudos que comprovem a variabilidade genética da população (CNCFLORA, 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Viveiro Florestal “Luiz Fernando de Oliveira Capellão” que está sob coordenação do Departamento de Silvicultura, do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica/ RJ (Latitude 22°45’S e Longitude 43°41’W) no período de dezembro de 2016 a janeiro de 2017. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é o Aw (RAMOS et al., 1973). Segundo dados médios dos últimos dez anos, da Estação Ecologia Agrícola Km 47 – Seropédica / PESAGRO-RIO, a temperatura média máxima anual é de 29,0°C, sendo a média mínima de 19,8°C. A precipitação média é de 1.152 mm anuais, concentrados no período de dezembro a março, com baixa incidência de chuvas em julho e agosto.

A espécie selecionada para o estudo foi a *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr.All. ex Benth (jacarandá-da-bahia), as sementes foram obtidas por coleta realizada pelo servidor do viveiro em matrizes localizadas dentro do campus da UFRRJ. Não foi realizado tratamento de quebra de dormência, e as sementes foram inoculadas com dois inoculantes sólidos turfosos doados pela EMBRAPA Agrobiologia de Seropédica, o BR8401 e o BR8409 (ambos da espécie *Bradyrhizobium sp.*).

Como componentes de substratos foram utilizados o biossólido de lodo de esgoto, o pó de coco e um substrato comercial já formulado. O biossólido de lodo de esgoto utilizado foi proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Ilha do Governador, localizada no bairro Ilha do Governador no município do Rio de Janeiro/RJ. Esse material foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE).

Segundo informações fornecidas pelos técnicos da CEDAE, o esgoto tratado pela ETE Ilha do Governador é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais, não contendo resíduos industriais. A ETE possui sistema de tratamento secundário de lodos ativados e adensamento de lodo secundário por meio de centrífugas e a secagem, feita em leitos de secagem. O pó de coco utilizado foi adquirido em loja agropecuária. E o substrato comercial (SC) utilizado à base de casca de pinus decomposta e vermiculita.

De todo lote de biossólido de lodo de esgoto produzido pela CEDAE é retirado amostras para caracterização físico-química, de agentes patogênicos e teores de metais pesados antes de ser encaminhada para uso agrícola/florestal (Tabela 1 e 2), de forma a atender os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 375/2006.

Amostras de biossólido de lodo de esgoto e o SC foram enviadas para análise de substratos no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para determinação de parâmetros físico-químicos (Tabela 3). Os parâmetros físico-químicos do pó de coco foram extraídos do trabalho de Valero (2006).

Tabela 1 - Teores de metais pesados potencialmente tóxicos e concentração de patógenos presentes no biossólido de lodo de esgoto da ETE Ilha do Governador

	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>									
Biossólido de lodo de esgoto	0,004	139	0,89	39	277	0,01	13,2	64	0,004	1079
CONAMA*	41	1300	39	1000	1500	17	420	300	100	2800
	Coliformes termotolerantes			Ovos viáveis de helmintos			<i>Salmonella sp.</i>			
	NMP g <sup>-1</sup> ST			ovo g <sup>-1</sup> ST			presente/ausente em 10g ST			
Biossólido de lodo de esgoto	<0,04			<0,01			ausente			
CONAMA*	<1000			<0,25			ausente			

\*Valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 375 / 2006; NMP: número mais provável; ST: sólidos totais.

Tabela 2 - Análise química (teores totais) do biossólido de lodo de esgoto (amostra base seca) utilizado para produção de mudas, fornecido pela CEDAE

<sup>*4</sup> N	<sup>*2</sup> P	<sup>*5</sup> K <sup>+</sup>	<sup>*3</sup> Ca <sup>2+</sup>	<sup>*3</sup> Mg <sup>2+</sup>	<sup>*3</sup> Al <sup>3+</sup>	<sup>*6</sup> M.O
%						
1,94	0,81	0,19	1,59	0,19	2,72	35,3

<sup>\*2</sup>P: Método Calorimétrico; <sup>\*3</sup>Ca, Mg e Al: Espectrometria de absorção atômica; <sup>\*4</sup>N: Kjeldahl; <sup>\*5</sup>K: Fotometria de chama; <sup>\*6</sup>M.O: Gravimétrico.

Tabela 3 - Análise física dos componentes utilizados como substrato para produção de mudas

Componente	pH	CE	DU	DS	UA	PT	EA	AFD	AT	AD	AR
	H <sub>2</sub> O	mS cm <sup>-1</sup>	— kg m <sup>-3</sup> —		%						
Biossólido	5,5	2,97	640,3	453,5	29,2	83,2	15,3	28,3	7,8	36,1	31,9
Pó de coco	5,5	1,50	156,9	95,6	78,0	79,0	19,0	20,0	4,0	24,0	36,0
Substrato comercial	4,9	1,06	650,1	267,3	58,9	90,5	35,0	12,7	2,7	15,4	40,0

pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = Umidade Atual.; PT = porosidade total; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AD = água disponível que pode ser obtida pela soma de AFD + AT Observações: Média de três repetições por amostra; AR = água remanescente.

As mudas foram produzidas utilizando-se tubetes de polipropileno com volume de 110 e 280 cm<sup>3</sup>.

O experimento foi constituído por seis tratamentos com quatro repetições, sendo considerado cada tipo de tubete um experimento. Cada repetição foi composta por 10 mudas, e o delineamento foi o inteiramente casualizado. Foram formulados 5 substratos com diferentes proporções de biossólido de lodo de esgoto e pó de coco, além do tratamento testemunha com o substrato comercial (SC) (Tabela 4).

Tabela 4 – Composição dos substratos e a respectiva identificação dos tratamentos

Tratamento	Composição (v/v)
	Biossólido/Pó de coco
T1	0/100
T2	25/75
T3	50/50
T4	75/25
T5	100/0
T6	SC

SC – substrato comercial a base de casca de pinus decomposta e vermiculita

A fertilização de base foi realizada apenas no SC seguindo recomendação de Gonçalves et al. (2000) com 150 g de N, 690 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 102 g K<sub>2</sub>O e 150 g de FTE Br 12 por m<sup>3</sup> de substrato. O biossólido de lodo de esgoto é um componente de elevada fertilidade, principalmente em fósforo (P), dessa forma, optou-se por não realizar a fertilização de base.

Após a homogeneização dos componentes de cada substrato (tratamento), os tubetes foram preenchidos de forma manual, e a semeadura realizada diretamente nos tubetes utilizando de 3 a 4 sementes por recipiente. As sementes foram cobertas com casca de arroz e os tubetes colocados em bandejas tipo caixa com 54 células para tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e de 96 células para tubetes de 110 cm<sup>3</sup>. Os tubetes semeados ficaram na casa de vegetação sobre

bancadas suspensas por 35 dias, após esse período foram levadas para a área a pleno sol, onde permaneceram até a avaliação final com 120 dias, ao serem levadas para a área a pleno sol as mudas foram reespaçadas nas bancadas de forma alternada, deixando uma célula vazia entre uma muda e outra. Com 26 dias após a semeadura realizou-se o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete.

Como as sementes foram inoculadas com bactéria fixadoras de nitrogênio, a expectativa inicial era de realizar a fertilização de cobertura apenas com fertilizante potássico. No entanto, não foi evidenciada a presença de nódulos provenientes de fixação biológica junto ao sistema radicular, dessa forma, optou-se por realizar a fertilização com nitrogênio e potássio a fim de não prejudicar o crescimento das mudas. Nas fertilizações de cobertura utilizou-se 200 g de N e 180g K<sub>2</sub>O para 100 litros de solução nutritiva. Todas as mudas do T6 (SC), receberam 10 ml da solução, aplicados com seringa. As fertilizações de cobertura ocorreram aos 48, 73, 90 e 105 dias após a semeadura. A fertilização potássica foi aplicada de forma intercalada, uma vez a cada 30 dias aproximadamente (73 e 105 dias), e a nitrogenada a cada 15 dias aproximadamente.

Avaliou-se a sobrevivência das plântulas/mudas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, a altura da parte aérea (H) foi mensurada com auxílio de régua graduada nas mesmas datas. Aos 120 dias após a semeadura foi mensurado o diâmetro do coleto (DC) com auxílio de paquímetro digital.

Após a medição de 120 dias, selecionaram-se, pelo critério de altura da parte aérea, 5 mudas mais próximas da média de cada repetição para a mensuração da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR). As mudas foram cortadas ao nível do substrato separando a parte aérea do sistema radicular e acondicionada em saco de papel. O sistema radicular foi lavado em água corrente para retirada de todo o substrato, com auxílio de uma peneira para evitar a perda de raízes e, depois também colocada em saco de papel. Ambos os materiais foram devidamente identificados e levados para a estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C por 72 horas, para secar. Na sequência obteve-se a massa da matéria seca em balança analítica.

Com base nos parâmetros morfológicos avaliados, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD). Este índice tem sido utilizado em vários estudos que abordam os parâmetros morfológicos relacionados à qualidade das mudas (Dickson et al., 1960, citados por PAIVA, 2004; MALAVASI & MALAVASI, 2006) por meio da fórmula:

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

Onde:

MST é a massa de da matéria seca total;

H é a altura da parte aérea;

DC é o diâmetro do coleto;

MSPA é a massa da matéria seca da parte aérea; e

MSR é a massa da matéria seca do sistema radicular.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias do resíduo. Atendidas as premissas, realizou-se a análise de variância, havendo diferença pelo teste F, aplicou-se o teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de biossólido na composição do substrato apresentou efeito positivo na sobrevivência das mudas de jacarandá-da-bahia (Tabela 5). O percentual médio de sobrevivência aos 120 dias após a semeadura do T1 (0/100) e do T6 (SC) foram baixos, 14 e 41% respectivamente. Nos demais tratamentos, com presença de biossólido na composição do substrato, o percentual de sobrevivência variou de 82 a 97% aos 120 dias (Tabela 5). No T1 (0/100) dos tubetes de 110 cm<sup>3</sup>, em duas das quatro repetições não houve sobrevivência de mudas aos 120 dias, dessa forma esse tratamento foi excluído das análises estatísticas. A sobrevivência média aos 120 dias nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> foi 6% maior do que nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup>, justificado principalmente pela maior disponibilidade hídrica e nutricional.

Tabela 5 - Percentual médio de sobrevivência de mudas de jacarandá-da-bahia, entre 60 e 120 dias após a semeadura, em função das diferentes composições de substrato em tubetes de 110 e 280 cm<sup>3</sup>.

Tratamento	110 cm <sup>3</sup>			280 cm <sup>3</sup>			Média *
	60	90	120	60	90	120	
	sobrevivência (%)						
0/100	25	13	13	31	20	15	14
25/75	90	88	88	75	75	75	82
50/50	100	100	100	100	94	94	97
75/25	81	81	77	100	100	100	89
100/0	100	100	100	96	93	93	97
SC	42	29	23	68	61	59	41

\* Percentual médio de sobrevivência aos 120 dias considerando tubetes de 110 e 280 cm<sup>3</sup> conjuntamente

A sobrevivência diminuiu dos 60 até os 120 dias na maioria dos tratamentos, notadamente no T1 (0/100) e T6 (SC). A baixa sobrevivência no T1 (0/100) pode ser explicada parcialmente pelos atributos físicos e químicos do pó de coco, como a pequena reserva de nutrientes e sais (evidenciada pela baixa condutividade elétrica), e pela baixa densidade ( $156,9 \text{ kg m}^{-3}$ ), a qual não proporciona o equilíbrio adequado entre as fases sólida, líquida e gasosa. Silveira et al. (2002) recomenda que para ser eficiente como substrato esse material deverá ser empregado em mistura com outros materiais mais ricos em nutrientes. A baixa sobrevivência do T6 (SC) foi resultado não esperado. Isso pode ser explicado parcialmente pela menor quantidade de AD (AFD+AT) (15,4%) comparado aos demais componentes de substrato (Tabela 3). A PT (90,5%) está acima da faixa considerada adequada (75-85%) por Valeri e Corradini (2000), sendo provável que a menor parte esteja ocupada por microporos, pois a quantidade de AD é menor e o EA é maior (35%). Dessa forma, a sobrevivência desse tratamento foi afetada pela menor disponibilidade hídrica.

A média das temperaturas máximas para os meses de janeiro a abril foi de 34,3, 34,4, 31,4 e 28,9°C respectivamente, acima da temperatura ótima de desenvolvimento das plantas (25°C). Na comparação da precipitação acumulada mensal de janeiro a abril de 2017, todos os meses apresentaram precipitação inferior à média histórica de 1961-1990 (Tabela 6). Na somatória desses quatro meses, a diferença foi 128 mm a menos no ano de 2017 (Tabela 6).

A menor precipitação em 2017, conseqüentemente menor umidade relativa do ar, com temperaturas altas, resultou em aumento da evapotranspiração e da demanda hídrica das mudas. Conjugando as condições climáticas numa fase das mudas ainda muito jovens e as propriedades físico-químicas dos substratos do T6 (SC) e T1 (100/0) não adequadas, resultaram na menor sobrevivência das mudas nesses tratamentos.

Tabela 6 - Temperatura média e precipitação acumulada média do período compreendido entre 1961-1990 e do ano de 2017, durante os meses de janeiro a abril

Mês	1961-1990		2017	
	Temperatura		Precipitação	
	°C		mm	
Janeiro	26,3	27,7	195	174
Fevereiro	26,7	27,6	145	110
Março	25,8	25,6	150	117
Abril	23,8	23,7	109	70

Fonte: INMET

Aos 60 dias após a semeadura os tratamentos tinham alturas médias da parte aérea (H) variando entre 5 e 15 cm para ambos os tubetes (Figura 1). Aos 90 e 120 dias após a semeadura observou-se uma separação em dois grupos de tratamentos, o T1 (0/100) e o T6 (SC) com os menores valores, e os demais tratamentos, com biossólido na composição do substrato, com valores maiores. Esse comportamento foi idêntico para ambos os tubetes, porém o crescimento no tubetes de 280 cm<sup>3</sup> foi ligeiramente maior (Figura 1). Dentro o grupo de tratamentos com maiores valores em H, o T3 (50/50) e T5 (100/0) foram os dois maiores em ambos os tubetes (Figura 1).

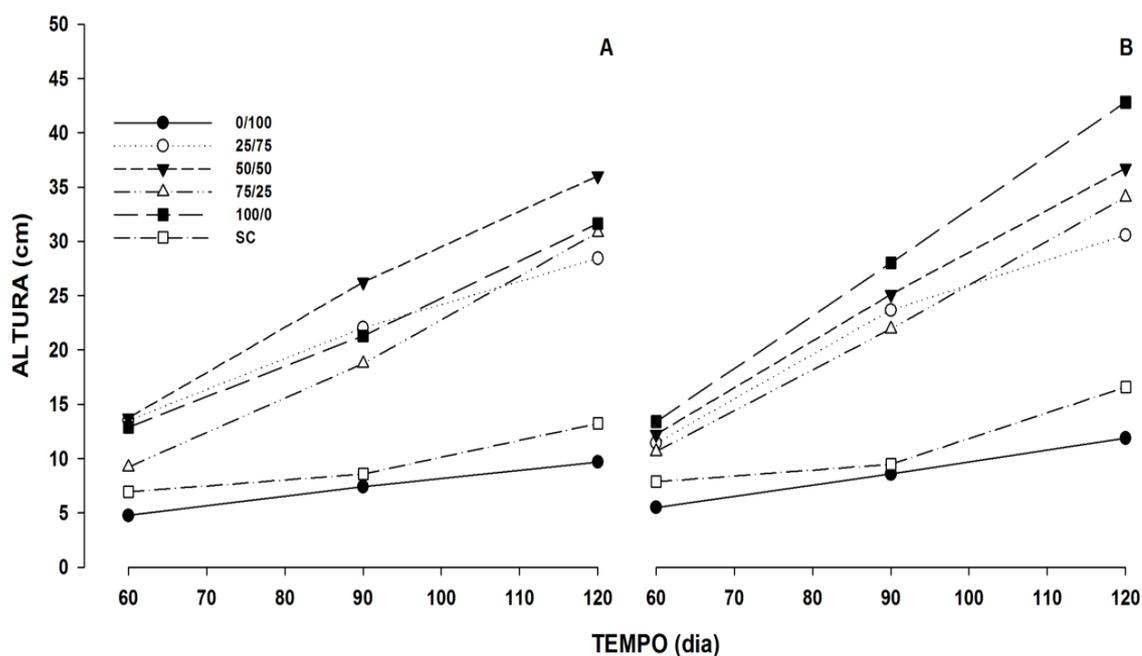


Figura 2 - Altura média da parte aérea (H) de mudas de jacarandá-da-bahia aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura nas diferentes composições de substratos em tubetes de 110 cm<sup>3</sup> (A) e 280 cm<sup>3</sup> (B).

Considerando os T2, T3, T4 e T5, o crescimento em H das mudas aos 120 dias após a semeadura nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> foi de 33,5 cm, enquanto que para os mesmos tratamentos no tubetes de 280 cm<sup>3</sup> o valor foi de 35,5 cm (29,9 e 31,7 cm se adicionar o T6 (SC) a média, respectivamente) (Tabela 7). O trabalho não objetivou comparar o efeito do tamanho do tubete, o qual possivelmente não teve influência positiva, em crescimento em H, para o tubete de maior volume, o que era esperado baseando-se na literatura.

Tabela 7 - Média da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), da massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), da massa de matéria seca de raiz (MSR), da massa matéria seca total (MST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jacarandá-da-bahia, aos 120 dias após a semeadura em diferentes tubetes e proporções de bio sólido e pó de coco.

Tratamento	H cm	DC mm	MSPA g muda <sup>-1</sup>	MSR g muda <sup>-1</sup>	MST	IQD
110 cm <sup>3</sup>						
Bio/ PC						
0/100	-	-	-	-	-	-
25/75	28,1 a	3,09 a	0,95 a	0,51 a	1,46 a	0,14 a
50/50	36,6 a	3,12 a	1,06 a	0,46 a	1,51 a	0,11 a
75/25	35,1 a	2,90 a	0,89 a	0,36 ab	1,25 a	0,09 ab
100/0	34,3 a	2,83 a	1,07 a	0,44 a	1,50 a	0,10 a
SC	15,6 b	1,57 b	0,22 b	0,09 b	0,31 b	0,02 b
CV (%)	17,7	15,0	32,5	37,8	33,8	37,4
280 cm <sup>3</sup>						
Bio/ PC						
0/100	11,9 c	1,86 c	0,13 c	0,10 c	0,23 c	0,03 c
25/75	30,0 b	2,99 b	0,89 b	0,69 ab	1,58 b	0,14 b
50/50	36,2 ab	3,33 ab	1,24 b	0,50 b	1,74 b	0,13 b
75/25	34,3 b	3,26 ab	1,28 b	0,58 b	1,86 b	0,15 b
100/0	41,3 a	3,85 a	2,10 a	0,96 a	3,05 a	0,24 a
SC	16,6 c	1,68 c	0,35 c	0,12 c	0,46 c	0,04 c
CV (%)	10,3	11,3	21,6	25,7	22,0	25,8

CV – Coeficiente de Variação; Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença estatística pelo teste de médias de Tukey à 5% de probabilidade

Para ambos os tubetes, os substratos formulados com a presença de bio sólido apresentaram efeito positivo no crescimento em H das mudas aos 120 dias após a semeadura (Tabela 7). Nos tubetes com volume de 110 cm<sup>3</sup> o crescimento do T6 (SC) foi inferior, não havendo diferença entre os demais tratamentos (Tabela 7). Nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, o T1 (0/100) e T6 (SC) foram inferiores aos demais em H, o T5 (100/0) foi superior aos T2 (25/75) e T4 (75/25), e o T3 (50/50) só diferiu dos T1 e T6 (Tabela 7).

Caldeira et al. (2012b) estudando o bio sólido na composição de substrato para mudas de *Tectona grandis* verificou que a presença de bio sólido nos tratamentos proporcionou efeito positivo em altura quando comparado somente à testemunha (substrato comercial a base de casca de pinus, vermiculita, húmus e terra vegetal). Delarmelina et al. (2014) testando diferentes proporções de bio sólido para mudas de *Sesbania virgata* obteve maior média em altura no tratamento com maior proporção de bio sólido, concluindo que sua presença favorece o crescimento. Caldeira et al. (2012) ao testar diferentes proporções de bio sólido

como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* observou que o bio-sólido influenciou positivamente na altura. Os mesmos autores afirmam que os altos teores de nutrientes e de matéria orgânica (M.O.) na composição desse resíduo podem ter contribuído para esse melhor crescimento em altura.

Já Faustino (2005) afirma que os incrementos em altura estão relacionados aos acréscimos de matéria orgânica ao substrato. O mesmo resultado foi obtido no trabalho em questão, em que nos dois volumes de tubetes os substratos formulados com bio-sólido foram superiores ao T6 (SC). Isso é decorrente da maior disponibilidade de M.O., que disponibiliza maior quantidade de nutrientes e de retenção de água para as mudas.

O T6 (SC) não obteve o resultado esperado em crescimento em H, assim como discutido na sobrevivência, isso pode ser explicado em razão da baixa quantidade de AD (AFD+AT), além do valor de PT acima do adequado (Tabela 3) recomendado por Valeri e Corradini (2000). O T1 (0/100), pó de coco puro, além da baixa sobrevivência, também não forneceu os nutrientes essenciais para o crescimento das mudas em H. Da mesma forma que afetou a sobrevivência, a densidade de 156,9 kg m<sup>3</sup> que se encontra fora do intervalo adequado sugerido por Valeri e Corradini (2000) que é de 450-550 kg m<sup>3</sup>, pode ter sido fator preponderante para sobrevivência e crescimento das mudas. Conforme recomendam Carrijo, Liz e Makishima (2002) esse componente deve ser utilizado em combinação com outros, além da possibilidade da adição de fertilizantes.

No presente trabalho, considerando o padrão de qualidade em altura de mudas para expedição, segundo Moraes et al. (2013) (25 a 30 cm de altura), apenas os tratamentos T1 (100/0) e T6 (SC) não atingiram esse valor de referência.

Em relação ao diâmetro de coleto (DC), o resultado estatístico foi idêntico ao da H (Tabela 6) para os tubetes de 110 cm<sup>3</sup>. Para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, o T1 (0/100) e T6 (SC) foram inferiores aos demais, o T5 (100/0) foi superior ao T2 (25/75), e os T3 (50/50) e T4 (75/25), só diferiram dos T1 e T6 (Tabela 6). Gonçalves et al. (2000) realizaram um estudo que consideram o valor entre 5 e 10 mm de DC adequado a mudas de espécies florestais como bom padrão de qualidade para serem levadas ao campo. Nesse estudo os valores de DC para as mudas produzidas nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> variaram de 1,57 a 3,12 mm e para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup> variaram de 1,68 a 3,85 mm, não se enquadrando dentro dessa referência. Esse resultado pode ser explicado pelo fato das mudas não terem passado pelo processo de rustificação, o qual tem por objetivo lignificar e aumentar a região do coleto das mudas, e assim prepará-las para serem expedidas para o plantio.

Para a MSPA em tubetes de 110 cm<sup>3</sup>, os valores médios variaram de 0,22 a 1,07 g muda<sup>-1</sup> (Tabela 7). Somente o tratamento T6 (SC) foi inferior aos demais tratamentos. Para as mudas produzidas em tubete de 280 cm<sup>3</sup> houve diferenças entre os tratamentos. Os valores médios variaram de 0,13 a 2,10 g muda<sup>-1</sup>, sendo o T5 (100/0) superior aos demais, o T2 (25/75), o T3(50/50) e o T4(75/25) não diferiram entre si, e o T1 (0/100) e o T6 (SC) foram inferiores aos demais (Tabela 7).

Gomes e Paiva (2006) consideram a massa de matéria seca de parte aérea como indicador de rusticidade de muda, sendo que os maiores valores representam mudas mais lignificadas e rústicas. Peroni (2012) afirma que utilização de substrato comercial (à base de casca de pinus e vermiculita) e teores acima de 60% de fibra de coco ou de casca de arroz *in natura* na composição do substrato parecem ser prejudiciais para o desenvolvimento da parte aérea das mudas de *Eucalyptus grandis*. Pelo presente trabalho evidenciou-se que a utilização de um composto orgânico como o biossólido de lodo de esgoto na composição do substrato auxiliou na rusticidade das mudas. Trazzi et al. (2014) trabalhando com mudas de *Tectona grandis* observou que as características dos tratamentos formados com biossólido propiciaram melhoria nas propriedades físicas e químicas dos substratos e conseqüentemente maiores ganhos em matéria seca da parte aérea (MSPA). E Delarmelina et al. (2014) trabalhando com *Sesbania virgata* observou que os tratamentos com teores acima de 60% de lodo de esgoto propiciaram melhor MSPA.

Em relação a MSR, as mudas produzidas em tubetes de 110 cm<sup>3</sup> do T2 (25/75), T4 (75/25) e T5 (100/0) foram iguais, o T6 (SC) foi inferior as demais, e o T3 (50/50) não diferiu de nenhum tratamento (Tabela 7). Nas mudas produzidas nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> o T5 (100/0) foi superior a todos e igual ao T2, o T2 (25/75) não diferiu do T5 (100/0), do T3 (50/50) e do T4 (75/25), e o T1 (0/100) e o T6 (SC) foram iguais e inferiores aos demais, com os menores valores médios de MSR (Tabela 7). Trigueiro e Guerrini (2003) testando diferentes proporções de biossólido e de casca de arroz carbonizada observaram que, à medida que se diminuiu a proporção de biossólido no substrato, produziu-se um efeito positivo no acúmulo de matéria seca da raiz até a proporção 50:50 (biossólido:casca de arroz carbonizada), em mudas de eucalipto. Caldeira et al. (2013) ao testar biossólido de lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto, encontrou a maior MSR na menor proporção de biossólido:vermiculita (20:80). Diferente do encontrado pelos autores, para as mudas produzidas nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> não ficou claro essa tendência, possivelmente pelas características específicas de cada espécie. Abreu et al. (2017) ao testar biossólido de

diferentes ETE's tendo como referência o substrato comercial (a base de casca de pinus e vermiculita) obtiveram menor vigor das raízes no SC, os autores associam isso provavelmente a falta de nutrientes. Os mesmos autores ainda afirmam que o uso de biossólido como substrato pode ter reduzido a lixiviação de nutrientes, e melhorou a capacidade de retenção de água no substrato, resultando em mudas mais vigorosas. Esses fatores podem explicar os maiores valores de MSR nos substratos com presença de biossólido.

Para a MST das mudas dos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> somente o T6 (SC) foi inferior, os demais não diferiram (Tabela 7). Para as mudas dos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> houve diferenças, o T5 (100/0) foi superior aos demais com valor de 3,05 g muda<sup>-1</sup>, o T2 (25/75), o T3 (50/50) e o T4 (75/25) não apresentaram diferenças entre si, e o T1 (0/100) e o T6 (SC) foi iguais e inferiores (Tabela 7). Cruz, Paiva e Guerrero (2006) afirmam que quanto maior for o valor de MST, melhor será a qualidade das mudas produzidas. Delarmelina et al. (2014) observaram que em maiores proporções de biossólido de lodo de esgoto houve maior ganho de MST de mudas de *S. virgata*; além disso, afirmam que a fibra de coco e a casca de arroz *in natura* são resíduos que devem ser evitados, pois os valores mais baixos de produção de matéria seca das mudas foram encontrados com a utilização destes resíduos na formulação do substrato. Peroni (2012) testando substratos para produção de mudas de eucalipto identificou que as menores médias de MST foram verificados nos tratamentos com a fibra de coco em teores maiores que de 60% e a casca de arroz *in natura* maior que 80%. Para os resultados obtidos, ocorre a mesma tendência dos autores acima citados, nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> todas as formulações com biossólido apresentaram mesmo acúmulo de MST, já no tubete de 280 cm<sup>3</sup> conforme se aumentou a proporção de biossólido houve aumento da MST, sendo o melhor resultado obtido no T5 (100/0) (100% biossólido). Os T1 (0/100) e T6 (SC) foram inferiores e não são recomendados.

Para o IQD das mudas produzidas nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> as médias dos tratamentos variaram de 0,02 a 0,14. O T2 (25/75), T3 (50/50) e T5 (100/0) foram superiores aos demais, o T6 (SC) foi inferior a todos, e o T4 (75/25) não diferiu de nenhum dos tratamentos (Tabela 7). Para as mudas produzidas nos tubetes de 280cm<sup>3</sup> as médias dos tratamentos variaram de 0,03 a 0,24. O T5 (100/0) foi superior aos demais, o T1 (100/0) e T6 (SC) foram inferiores, e o T2 (25/75), T3 (50/50) e T4 (25/75) não diferiram entre si.

De acordo com Fonseca et al. (2002), o IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados

para avaliação da qualidade. Hunt (1990) citado por Delarmelina (2014) recomenda como padrão o valor mínimo do IQD em 0,20 para que as mudas tenham qualidade para ir ao campo. No presente trabalho para as mudas produzidas em tubetes de 110 cm<sup>3</sup> nenhuma muda obteve esse valor de índice, e nos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> somente o T5 (100/0). Nesse caso as mudas precisariam de maior tempo no viveiro e passar pelo processo de rustificação para alcançar esse padrão. Assim como na análise dos outros parâmetros morfológicos, observaram-se melhores valores de IQD nos tratamentos com presença bio sólido na composição do substrato. O T6 (SC) e T1 (0/100) apresentaram os piores resultados e não são recomendados.

## **5. CONCLUSÃO**

Entre as composições de substrato testadas, considerando os parâmetros morfológicos avaliados, para o tubete de 110 cm<sup>3</sup> é recomendado o uso dos substratos que apresentam bio sólido na sua composição, independente da proporção. Para os tubetes de 280 cm<sup>3</sup> o melhor resultado foi obtido com o substrato composto apenas pelo bio sólido de lodo de esgoto (T5 - 100/0).

O substrato composto apenas pelo pó de coco (T1 - 0/100) e o comercial (T6 – SC) apresentaram baixa sobrevivência e crescimento inferior, não sendo recomendados para produção de mudas de jacarandá-da-bahia.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os dois resíduos utilizados como componentes de substrato, o pó de coco possui seu uso agrícola (flores, hortaliças, etc.) consolidado, no entanto o bio sólido de lodo de esgoto é um resíduo que ainda carece de estudos e políticas públicas que viabilizem seu uso. Dessa forma, sugere-se (baseados nos resultados obtidos) que se utilize o substrato composto apenas pelo bio sólido de lodo de esgoto para a produção de mudas de jacarandá-da-bahia, dando uma destinação mais adequada ao material.

O componente pó de coco e o substrato comercial apresentam boas características, porém devem ser utilizados com outros componentes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. H. M. **Qualidade de mudas para recomposição florestal produzidas em diferentes recipientes**. 2011. 21 p. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- 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. Resíduos sólidos urbanos na produção de mudas de *Lafoensia pacari*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Vol. 21. n. 2. Campina Grande, 2017.
- ABREU JUNIOR, C. H. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** n. 4, p 391-470. 2005.
- ALMEIDA, DS. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus, BA, 2016, p. 100-137.
- BRASIL. Resolução Conama nº 375/2006, de 19/08/2006. **Publicação DOU**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 30 agosto de 2006, p. 141-146.
- BRASIL. **Plano Nacional de Silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais** – MMA; MAPA; MDA; MCT. Brasília. 38 p. 2007.
- BETTIOL, W., CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**. 2000; p. 19-30.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus erebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. ET Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 311-323, 2007.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.
- 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, 2012b.
- 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.

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

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S. de; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Vol 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo. Embrapa Florestas, 2003

CNCFLORA. **Centro Nacional de conservação da flora**, 2012. Disponível em : < <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>> Acesso em : 29 de abril de 2017

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

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

CUENCA, M. A. G. **Importância econômica da cocoicultura no Brasil**. Sistemas de Produção Embrapa. Disponível em <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao16\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7703&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=7829](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7703&p_r_p_-996514994_topicoId=7829)> Acesso em: 03 de abril de 2017.

CUNHA, A.O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005

DELARMELINA, W. M. et al; Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e ambiente**. p.224-233, 2014.

FAUSTINO, R. et al. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.278-282, 2005.

FLORENCE, F. (2010). **Situação atual e perspectivas de aproveitamento do coco e da casca**. Comunicação. Disponível em: <[http://www3.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/3\\_comunicacao02v9n1.pdf](http://www3.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/3_comunicacao02v9n1.pdf)>. Acesso em 05 de abril de 2017.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju. 2002. 63p.

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

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; BORGES, R.C.G. et al. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de Ipê, Copaiba e Angico Vermelho. **Revista Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.26-34, 1990.

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.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, CD-ROM, 1996.

GUEDES, M. C. et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa. vol. 30, nº. 2. 2006.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de junho de 2017.

INMET- Instituto Nacional de meteorologia 2010. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 05 de junho de 2017

KAGEYAMA, P. Y., GANDARA, F. B. & OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF. Botucatu, SP. 2003. pp. 27-48.

KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 2000, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

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

LACERDA, M. R. B. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LAPERUTA NETO, J. **Estudo do uso de lodo de estações de tratamento de água e de esgoto urbano nas propriedades químicas do solo**. 2006. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, SP.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1. 6. Ed. Nova Odessa, SP: Editora Platarum, 2014.

MACEDO, A.C. *et al.* **Produção de Mudanças em Viveiros Florestais espécies nativas.** Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Fundação Florestal. São Paulo, 1993.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal.** v.16, n.1, p.11-16, 2006.

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.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria 443, de 17 de dezembro de 2014. **Espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e com deficiência de dados**, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 dez. 2014. Seção 1, p.110-121, 2014.

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.

MORGADO, I. F. *et al.* Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.27-35, 2000.

OLIVEIRA NETO, S. N.; MARTINS, S. V.; LELES, P. S. S. Plantio de enriquecimento como estratégia de restauração de áreas alteradas. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. **Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu.** Edur- UFRRJ, 2015. Cap. 4, p. 71-88.

PAIVA, A.N.; *et al.* Absorção de nutrientes por mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em solução nutritiva contaminada com cádmio. **Revista Árvore.** V.28, n.2, p. 189 – 197. 2004.

PARVIAINEN, J. O desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981, v.2, p.111-130.

PERONI L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.** 2012. . 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, na Área de Concentração Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

POGGIANI, F.; GUEDES, M. C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000.

REIS, J. L. **Produção de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. Em diferentes recipientes e substratos.** 2003. 16 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

RÊGO, G.M.; POSSAMAI, E. **Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminosae Papilionoidae: Produção de Mudas.** Embrapa Florestas. Colombo, PR, 2003.

RIBEIRO, J.F. *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas. Espécies arbóreas nativas do cerrado.** Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. Brasília, 2016.

RODRIGUES, R. R. R. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** Piracicaba: LERF/ESALQ, 2009.

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**, v. 10, n. 2, p. 115. 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.

SÁNCHEZ, F.P. Propriedades y características de los substratos. Turba y fibra de coco. In: FERNÁNDEZ, M.F. & GÓMEZ, I.M.C. (ed). **Cultivo sem suelo II. Curso superior de especialización.** p. 65-92. Almería, Espanha: Dirección Gen. de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía/FIAPA/Caja Rural de Almería. 1999. 590 p.

SILVEIRA, E.B. *et al.* **Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 211-216, 2002.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas de remanescentes da mata atlântica.** Disponível em: <<http://www.sosmataatlantica.org.br>>. Acesso em: 16 de junho de 2017.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies florestais.** In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.125-150

TRAZZI, P. A. *et al.* Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 293-302, 2014.

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

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para produção de mudas de *Eucalyptus* e *pinus*. In: Gonçalves, J.L.M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. p.168-190.

VALERO, R. M. M. **Uso da técnica da “TDR” na estimativa da umidade e condutividade elétrica em substratos orgânicos.** 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas.**  
Embrapa Florestas. Colombo, 2006.