

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**PRODUÇÃO E PLANTIO DE MUDAS DE EUCALIPTO
EM RECIPIENTES À BASE DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAS**

ANA CAROLINE RODRIGUES TOLEDO

**Seropédica - RJ
Maio – 2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**PRODUÇÃO E PLANTIO DE MUDAS DE EUCALIPTO
EM RECIPIENTES À BASE DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAS**

ANA CAROLINE RODRIGUES TOLEDO

*Sob a Orientação do Pesquisador
Fabiano de Carvalho Balieiro*

*e Coorientação do Pesquisador
Marcos Gervasio Pereira*

Dissertação submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Mestre em
Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais e Florestais, Área de
Concentração em Silvicultura e Manejo
Florestal.

Seropédica - RJ
Maio– 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T 647
P

Toledo, Ana Caroline Rodrigues, 1993-
Produção e plantio de mudas de eucalipto em
recipientes à base de resíduos agroindustriais / Ana
Caroline Rodrigues Toledo. - Rio de Janeiro, 2020.
57 f.

Orientadora: Fabiano de Carvalho Baleiro.
Coorientadora: Marcos Gervásio Pereira.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós-graduação em ciências
ambientais e florestais, 2020.

1. Produção de mudas. 2. Eucalipto. 3.
Silvicultura. I. Baleiro, Fabiano de Carvalho, 1975-,
orient. II. Pereira, Marcos Gervásio, 1965-,
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Pós-graduação em ciências ambientais e
florestais. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001**.

This study was financed in part by the **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001**.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
E FLORESTAIS

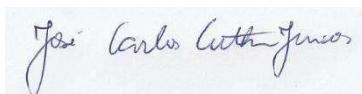
ANA CAROLINE RODRIGUES TOLEDO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/05/2020



FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO, UFRRJ
(Orientador)



Dr. JOSE CARLOS ARTHUR JUNIOR, UFRRJ
(Examinador Interno)



Dr. JULIO CESAR RIBEIRO, UFRRJ
(Examinador Externo à Instituição)



TERMO Nº 365/2025 - PPGCAF (12.28.01.00.00.00.00.27)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/05/2025 13:09)

JOSE CARLOS ARTHUR JUNIOR
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptSil (12.28.01.00.00.00.00.31)
Matrícula: ####700#6

(Assinado digitalmente em 11/06/2025 20:10)

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ####.###.996-##

(Assinado digitalmente em 27/05/2025 13:46)

FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ####.###.027-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 365, ano: 2025, tipo: TERMO, data de emissão: 26/05/2025 e o código de verificação: 7620fba585

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus pela minha vida e por ter colocado tudo o que fazem parte dela. Sou grata ao Senhor por me conceder amigos e familiares maravilhosos.

Agradeço meus pais, Jorge Magno da Silva e Tania Regina Martins Rodrigues que contribuíram com a minha formação e me ensinaram a valorizar o conhecimento.

Aos amigos pelo amparo, confiança e apoio durante essa jornada.

Sou grata ao meu namorado e amigo João Elves pelo incentivo, ensinamento, ajuda e paciência.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo curso ofertado.

Ao pesquisador Fabiano de Carvalho Balieiro e Marcos Gervasio Pereira pelo ensinamento transmitido.

À Cláudio pela doação dos recipientes e pela confiança em mim depositada.

A toda equipe do Laboratório de Fertilidade e do Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamento pela companhia e ensinamentos transmitidos.

Aos professores Paulo Leles e José Carlos Arthur pelas excelentes contribuições e auxílio na condução do experimento.

As minhas amigas Stephany Guilherme, Juçara Garcia e Savana Lemes por toda ajuda, risada e companheirismo.

A todos que de alguma maneira contribuíram na realização desse estudo, sou eternamente grata.

RESUMO GERAL

TOLEDO, Ana Caroline Rodrigues. **Produção e plantio de mudas de eucalipto em recipientes à base de resíduos agroindustriais.** 2020. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Os tubetes de polipropileno são os recipientes mais utilizados pelo setor florestal na produção de mudas de *Eucalyptus* spp. Esses tubetes são fabricados a partir de derivados de petróleo e apresentam dois principais problemas: ser composto de matéria-prima não renovável e ser fonte poluidora ao ser descartado. Uma das soluções para esses problemas é uso de recipientes confeccionados a partir de resíduos orgânicos agroindustriais. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento, a qualidade morfológica e o estado nutricional de mudas de *Eucalyptus urophylla* (eucalipto) produzidas em recipiente com resíduos agroindustriais, em fase de viveiro e de campo (simulação). Na fase de viveiro, o experimento foi conduzido em casa de vegetação sob condições controladas de umidade do ar e temperatura. Quatro tratamentos foram testados: tubete de polipropileno (TP), recipiente de cama de frango (RCF), recipiente de composto suíno (RCS) e recipiente de fibra de coco (RFC). Até os 75 dias após a semeadura, foram avaliadas as características morfológicas das mudas (altura e diâmetro do coletor) e quantificado o total de massa de matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes, número de folhas e área foliar, e estimado o índice de qualidade de Dickson (IQD). Na fase de simulação em campo (em baldes de 12 L) foi avaliado o crescimento do eucalipto após transplantio. No momento do transplantio das mudas, assim como aos 30, 60, 90 dias após o plantio foram realizadas as avaliações de altura e diâmetro de coletor das plantas e aos 90 dias, a avaliação de área foliar das plantas e dos respectivos pesos secos da parte aérea e das raízes. Constatou-se que mudas produzidas em recipientes a partir de fibra de coco, cama de frango e composto suíno tem o crescimento aéreo, radicular e qualidade similares àquelas produzidas em tubetes de polipropileno. Foi observado, após 90 dias do plantio em campo que os recipientes continuaram estáveis, apesar das raízes das mudas conseguirem ultrapassá-los, ou seja, não representaram limitação física ao crescimento radicular das mudas. Conclui-se que os recipientes feito a partir de fibra de coco, composto suíno e cama de frango tem potencial para serem utilizados na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* em substituição ao de polipropileno.

Palavras-chave: *Eucalyptus urophylla*, fibra de coco, composto suíno, cama de frango.

ABSTRACT

TOLEDO, Ana Caroline Rodrigues. **Growth and nutrition of eucalyptus seedlings in biodegradable containers.** 2020. 57p. Dissertation (Master Science in Environmental and Forestry Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

Polypropylene tubes are the most used containers by the forestry sector in the production of *Eucalyptus* spp seedlings. These tubes are manufactured from petroleum derivatives and present two main problems: they are composed of non-renewable raw material and are polluting source when discarded. One possible solution for those problems can be the use of biodegradable containers made from organic agricultural waste. In this context, the objective of this study was to evaluate the growth, morphological quality and nutritional status of *Eucalyptus urophylla* (eucalyptus) seedlings produced in biodegradable containers, in the seedling and field (simulation) phases. At the first growth phase, the experiment was carried out in a greenhouse under controlled conditions of air humidity and temperature. Four treatments were tested: polypropylene tube (TP), biodegradable container of chicken litter (RCF), biodegradable container of swine compost (RCS) and biodegradable container of coconut fiber (RFC). Up to 75 days after sowing, the morphological characteristics of the seedlings (height and diameter of the collection) were evaluated and at the end of the period the total shoot and root dry matter, number of leaves and leaf area were quantified, and Dickson's quality index (IQD) also estimated. It was found that seedlings produced in containers from coconut fiber, chicken litter and swine compost have an above and belowground growth similar to those produced in polypropylene and IQD tubes desirable for eucalyptus seedlings. The number of leaves and the higher leaf area index of the seedlings indicate better absorption of N by seedlings grown in a coconut fiber container. In the field simulation phase (planting in 12 L buckets), eucalyptus growth was evaluated after transplanting. At the time of transplanting the seedlings, as well as at 30, 60, 90 days after planting, evaluations of growth (height and diameter of collection) and at the end, of leaf area and shoot and root dry matter were carried out. Either in nursery as field phases, the eucalyptus seedlings produced in the treatment of biodegradable containers showed growth similar to the seedlings treated with polypropylene tubes. It was observed, after 90 days in field, that the containers remained stable, although the roots of the seedlings were able to grow without restriction. In this way, root growth was not limited by the biodegradable container. It is concluded that the biodegradable containers made from coconut fiber, pig compost and chicken litter have potential to be used to seedlings production of *Eucalyptus urophylla* instead of polypropylene.

Key words: forest stands, coconut fiber, swine compost, chicken litter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recipientes biodegradáveis confeccionados a partir de cama de frango (a), composto suíno (b) e fibra de coco (c) e tubetes de polipropileno (d). Todos os recipientes apresentavam volume equivalente a 90 cm³. Em detalhe da imagem (d), tube de polipropileno cortado para equivalência de volume 33

Figura 2. Crescimento em altura (A), diâmetro do coleto (B) e acúmulo de matéria seca em diferentes compartimentos (C), em diferentes idades (A e B), de mudas de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes tipos de recipientes aos 75 dias após a repicagem (A, B e C). MSR - massa de matéria seca de raízes; MSG - massa de matéria seca de galhos; MSF - massa de matéria seca de folhas. Letras iguais após as curvas significam que as médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) quanto ao crescimento em altura e diâmetro 75 dias após a repicagem. Para cada compartimento da planta (MSR, MSG e MSF) letras diferentes, entre tratamentos, significa que estes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) 38

Figura 3. Sistema radicular das mudas de eucalipto em tubete de polipropileno (a), recipiente de composto suíno (b), cama de frango (c) e fibra de coco (d) 41

Figura 4. Crescimento em altura (A) e diâmetro do coleto (B) em diferentes idades, e acúmulo de matéria seca (C), de mudas de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes tipos de recipientes aos 90 dias após o replantio. MSF- massa de matéria seca de folhas; MSG- massa seca de galhos e MSR- massa seca de raízes. Letras iguais após as curvas significam que as médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) quanto ao crescimento em altura e diâmetro 75 dias após a repicagem. Para cada compartimento da planta (MSR, MSG e MSF) letras diferentes, entre tratamentos, significa que estes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) 51

Figura 5. Recipiente biodegradável sem nenhuma fissura. RCS- Recipiente de composto suíno, RCF- recipiente de cama de frango e RFC- recipiente de fibra de coco 54

Figura 6. Sistema radicular das mudas de *Eucalyptus urophylla* . RCS- Recipiente de composto suíno, RCF- recipiente de cama de frango e RFC- recipiente de fibra de coco 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de nutrientes dos recipientes feitos a partir de fibra de coco, cama de frango e composto suíno	36
Tabela 2. Relações entre variáveis de crescimento de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , 75 dias após a germinação, sob diferentes tipos de recipiente.....	39
Tabela 3. Área foliar (AF), teor de clorofila A (CLO_A) e clorofila B (CLO_B) e a matéria seca de folha (MSF) de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , 75 dias após a germinação, sob diferentes tipos de recipiente.....	40
Tabela 4. Teor (g. kg ⁻¹) de nutrientes das folhas de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> após 75 dias da germinação, sob diferentes tipos de recipientes.....	41
Tabela 5. Área foliar (AF) das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , 90 dias após a plantio em vaso, sob diferentes tipos de recipiente.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 O setor florestal brasileiro e o eucalipto no Brasil	13
2.2. Aspectos gerais da produção de mudas de espécies florestais	13
2.3. Resíduos agroindustriais	16
2.3.1. Fibra de coco	16
2.3.2. Composto suíno	17
2.3.3 Cama de frango	18
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO I	29
RESUMO	30
4. INTRODUÇÃO	32
5. MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1 Caracterização da região e da área experimental	33
5.2 Sementes	33
5.3 Recipientes e substratos	33
5.4. Análises estatísticas	36
5.5 Composição dos recipientes biodegradáveis	36
5.6 Crescimento de mudas <i>E. urophylla</i>	37
5.7 Nutrição de mudas de <i>E. urophylla</i>	40
6. CONCLUSÃO	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CAPÍTULO II	46
RESUMO	47
8. INTRODUÇÃO	49
9. MATERIAL E MÉTODOS	50
9.1 Caracterização da região e da área experimental	50
9.2 Avaliações	50
9.3 Análises estatísticas	51
9.4. Crescimento de mudas <i>E. urophylla</i> no campo	51
10. CONCLUSÃO	54
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, o reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos agroindustriais vem despertando atenção especial (COUTO, 2010). Boa parte desses resíduos, além de fonte de matéria orgânica, servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação e aproveitamento (SENHORAS, 2003). Entre os resíduos agroindustriais com alto potencial de utilização na produção de mudas estão a fibra de coco, o composto suíno e a cama de frango. No entanto, a maior parte desses resíduos são descartados diretamente no meio ambiente gerando impactos negativos (MENEGATTI et al., 2017).

A utilização de resíduos agroindustriais como fonte de matéria prima dos recipientes usados na produção de mudas pode ser uma boa alternativa para amenizar problemas ambientais decorrentes do descarte dos tubetes de polipropileno, pois são constituídos de plásticos sintéticos derivados do petróleo (ARTHUR JÚNIOR, 2011).

A produção de mudas florestais em tubete de polipropileno é o sistema mais utilizado no Brasil em função da facilidade no manejo das mudas, tanto no viveiro quanto no processo de transporte das mudas para o campo, e por gerar mudas de qualidade, devido ao maior controle da nutrição e proteção do sistema radicular contra danos mecânicos e desidratação (GOMES et al., 2003). Apesar disso, esse tipo de recipiente pode causar restrição radiculares, favorecendo o surgimento de deformações (REIS et al., 1989). Essas deformações radiculares causadas pela parede rígida dos tubetes, em algumas mudas de eucalipto, tendem a persistir após o plantio (FREITAS et al., 2005); e a persistência das deformações radiculares geram mudas menores em função da restrição no viveiro podem reduzir, ou atrasar, o crescimento das plantas no campo, o que acarreta maiores custos (FREITAIS et al., 2005). Além disso, mudas robustas e que apresentam maior porcentual de emissão de raízes são mais aptas a superar às condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência no campo (SILVA et al., 2012).

Com base nessa argumentação, pesquisas vêm sendo realizadas buscando materiais renováveis e biodegradáveis em substituição ao plástico (materiais sintéticos) derivados do petróleo (SHEY et al., 2006; LINHARES, 2016). Estudos recentes na área florestal têm tido um enfoque para produção de mudas utilizando recipientes biodegradáveis ricos em matéria orgânica (FERRAZ, 2006). Esses recipientes ainda proporcionam economia energética na área do viveiro de produção de mudas, pois não há necessidade de transporte de tubetes, nem lavagem e desinfecção daqueles já utilizados; a economia de fertilizantes minerais pode ser obtida, mas os resultados ainda são incipientes nesse sentido (ARTHUR JÚNIOR, 2011; LINHARES, 2016).

Nesse contexto, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo teve o objetivo de avaliar o crescimento, a qualidade e o estado nutricional de mudas da espécie *Eucalyptus urophylla* produzidos em recipientes confeccionados a partir de resíduos agroindustriais em fase de viveiro. O segundo, por outro lado, objetivou avaliar o crescimento e a qualidade das mudas de eucalipto produzidas nesses recipientes na fase de campo durante três meses.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O setor florestal brasileiro e o eucalipto no Brasil

Mundialmente, o setor florestal tem importância como fornecedoras de matéria-prima para a indústria da construção civil e de transformação (SAMPAIO & MAZZOCHIN, 2010). Esse setor impulsiona a economia nacional, com um Produto Interno Bruto (PIB) setorial de R\$ 86,6 bilhões, representando 1,3% do PIB brasileiro (IBÁ, 2019). Devido ao seu potencial, o setor florestal brasileiro tem aumentado sua participação no comércio mundial. Em 2018, as exportações de produtos florestais representaram mais de US\$ 9 bilhões da nossa economia, o equivalente a 3,9% das exportações brasileiras. O setor também foi responsável por gerar cerca de 3,7 milhões de empregos diretos e indiretos (IBÁ, 2019).

Em virtude disso, o país desenvolveu uma estrutura produtiva complexa no setor florestal, incluindo os povoamentos florestais, especialmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, e suas relações com produtores de equipamentos, insumos, projetos de engenharia e empresas de produtos florestais.

O Brasil está entre os principais detentores de recursos florestais abundantes, sendo o único país que possui extensa área de florestas tropicais (SAMPAIO & MAZZOCHIN, 2010), o que o coloca como a segunda maior cobertura florestal do mundo, ficando atrás apenas da Rússia (CNI, 2017). De acordo com dados apresentados pela Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2019), a área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 7,84 milhões de hectares em 2018, mantendo-se estável em relação ao ano anterior. Desse total, 36% pertence a empresas do segmento de celulose e papel, sendo o eucalipto usado como a principal matéria-prima e representando aproximadamente 73% do total da área plantada pelo setor florestal (IBÁ, 2019).

O gênero *Eucalyptus*, da família das angiospermas Myrtaceae, inclui mais de 700 espécies, ocupando uma área plantada de quase 20 milhões de hectares espalhados pelo mundo (MYBURG et al., 2014). Embora nativas da Austrália, as espécies de eucalipto são as árvores mais extensivamente cultivadas pelas empresas de papel e celulose devido à sua adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, crescimento rápido e excelentes propriedades de

madeira para celulose e papel, lenha, carvão, madeira serrada e painel de madeira (GRATTAPAGLIA & KIRST, 2008; GONÇALVES et al., 2013; FERREIRA et al., 2017).

Brasil é um dos mais importantes produtores de eucalipto do mundo, contribuindo com aproximadamente 25% da área de plantios de eucalipto do mundo (GONÇALVES et al., 2013).

Dentre as espécies mais utilizadas, em função das características de suas madeiras, são: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e *Eucalyptus dunnii* (PINTO JUNIOR et al., 2014). Na Região Sul, também se destaca o potencial de utilização do *Eucalyptus benthamii*, devido a sua tolerância a geadas (EMBRAPA, 2014).

O *E. urophylla* está entre as espécies mais plantadas, estima-se que mais de 500.000 ha foram plantados, no entanto, muitos desses plantios são certamente de híbridos (EMBRAPA, 2004). A espécie tem um alto potencial para as zonas tropicais úmidas devido sua resistência ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*), ferrugem do eucalipto (*Puccina psidii*) e sua grande plasticidade de adaptação e de utilização para os mais diversos fins (celulose e papel, chapas duras, serraria, carvão, dentre outros) (GONTIJO, 2018).

2.3. Aspectos gerais da produção de mudas de espécies florestais

O aumento no consumo de madeira e seus derivados, tanto na área energética quanto de beneficiamento e transformação, evidencia a necessidade de geração de novas tecnologias de produção de mudas, com um padrão de qualidade adequado, visando o estabelecimento de

florestas cada vez mais produtivas (ELOY et al., 2013). Essa demanda cada vez maior por mudas de espécies florestais, a um menor custo muitas vezes compromete a qualidade das mudas (GOMES et al., 1991).

Adicionalmente, o estabelecimento e o sucesso de plantios florestais, sejam para fins comerciais ou restauração depende de uma série de fatores como a qualidade das mudas. Os viveiros florestais podem atingir esse resultado por meio da utilização de materiais genéticos adaptados ao sítio de plantio e adequadas técnicas silviculturais empregadas no cultivo (DAVIDE & FARIA, 2008).

Na determinação da qualidade das mudas podem ser utilizadas características tanto morfológicas, que são baseadas nos aspectos fenotípicos, quanto fisiológicas (ELOY et al., 2013). As características morfológicas ainda são as mais utilizadas para determinar qualidade das mudas, pois têm maior aceitação pelos viveiristas e são mais fáceis de serem mensuradas (GOMES et al., 2002). Porém, ainda é carente as definições de padrões em fase de viveiro que possam responder à sobrevivência e ao crescimento inicial das mudas no campo após o plantio (ELOY et al., 2013). Os parâmetros morfológicos mais utilizados para caracterizar qualidade de mudas florestais são a altura, diâmetro de colo, relação altura sobre diâmetro, massa aérea, radicular e total (GOMES et al., 2002). Entretanto, vale comentar que alguns desses parâmetros como a massa da parte aérea e radicular e próprio índice de Qualidade de Dickson (IQD) exigem corte e inutilização das mudas (GOMES & PAIVA, 2006). Esse índice é apontado como bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes (SILVA et al, 2019). As observações dos parâmetros morfológicos apresentam, além de uma boa qualificação, atributos de fácil aplicação física e visíveis na planta, que podem ser alcançados de maneira prática e rápida, sendo muito utilizados para estabelecer o momento da realização de atividades silviculturais, importantes para obtenção de mudas com melhor qualidade (FONSECA et al., 2002).

Sabe-se que quanto maior o IQD, melhor será a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012). Entretanto a literatura evidência que IQD é variável entre espécies, o manejo das mudas no viveiro, tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente, e principalmente, com a idade que a muda foi avaliada (GOMES et al., 2013).

Com o intuito de obter melhores produtividades dos plantios, empresas têm procurado definir os melhores recipientes, substratos, dosagens e tipos de fertilizantes para produção de mudas de alta qualidade (CARNEIRO, 1995). O recipiente tem função de suporte, permitindo um bom crescimento e proteção das raízes contra danos mecânicos e desidratação; maximiza a taxa de sobrevivência e de crescimento inicial após o plantio, além de propiciar melhores condições operacionais de manuseio das mudas no viveiro e no plantio (CAMPINHOS & IKEMORI, 1983).

Os recipientes do tipo tubete polipropileno são frequentemente utilizados devido suas vantagens em proporcionar mudas com alta qualidade do sistema radicular, maior grau de mecanização, menor consumo de substrato, maior produção de mudas por unidade de área e menor custo de transporte e melhor logística de plantio (GONÇALVES et al., 2005).

A produção de mudas florestais em tubete de polipropileno é o sistema mais utilizado, em função da facilidade no manejo das mudas, tanto no viveiro quanto no processo de transporte das mudas para o campo, e por gerar mudas de qualidade, devido ao maior controle da nutrição e proteção do sistema radicular contra os danos já citados anteriormente (GOMES et al., 2003). Esses tubetes também podem ser reutilizados por mais de cinco anos, dependendo da qualidade do plástico utilizado na sua fabricação e do adequado armazenamento (FREITAS, 2007). Além disso, por possuírem estrias internas conduzem as raízes impedindo seu enovelamento, situação frequente quando se utiliza o saco plástico como recipiente (FREITAS et al., 2013).

No entanto, recipientes de paredes rígidas podem formar mudas com deformações do sistema radicular em função do reduzido volume e manejo inadequado da produção. Como essas deformações são mantidas após a fase de viveiro é importante priorizar métodos de produção de mudas que não provoquem deformações em suas raízes (FREITAS et al., 2005). Além disso, a reutilização dos tubetes também causam “rebarbas” na parte inferior do mesmo causando problemas de enovelamento das raízes e no campo há uma redução na produtividade causada pelo estresse das mudas durante a sua remoção do tubete (REIS et al., 1989; IATAURO, 2004). Outras desvantagens desses tubetes relacionam-se aos gastos com o adequado armazenamento e higienização dos mesmos para reuso. Finalizando a lista de desvantagens de uso dos tubetes de polipropileno, elencamos a geração de resíduos plásticos que são normalmente descartados em aterros sanitários, comprometendo sua vida útil. Estima-se que desde 1950 foram produzidos 8,9 bilhões de toneladas de plástico no mundo, sendo apenas 9% reciclado (GEYER et al., 2017).

A utilização de recipientes biodegradáveis para produção de mudas apresenta resultados favoráveis como prática florestal sustentável. Nos últimos anos grandes empresas florestais estão investindo nesse tipo de recipiente devido suas vantagens (BERNARDINA, 2017).

Dentre as vantagens do recipiente biodegradável estão a redução no tempo de produção das mudas e a embalagem que não é retirada nos viveiros ou encaminhada para os aterros (IATAURO, 2001). Esta redução no ciclo de vida do recipiente pode implicar em ganhos econômicos no processo produtivo (logística de descarte, lavagem e desinfecção) e ambientais, na medida em resíduos podem ser reciclados, substituindo a demanda por fertilizantes, por exemplo. Ademais, o uso desse tipo de recipiente reduz o estresse da muda no momento do plantio, devido à maior integridade das raízes e a possibilidade de as raízes conseguirem ultrapassar as paredes do recipiente (VIGAS, 2015). Por não se desintegrarem no período de viveiro e propiciam que as raízes das mudas ultrapassem a sua parede, quando em campo, colaboram para uma melhor adaptação da planta no campo (IATAURO, 2001).

Atualmente, o viveiro que pertencia a empresa Fibria, que foi adquirida pela empresa Suzano, líder mundial na produção de celulose de eucalipto, utiliza o recipiente biodegradável Ellepot®, o que permitiu a mecanização do viveiro localizado na cidade de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. Esse recipiente, feito a partir de papel degradável, diminuiu as perdas de substrato, o estresse da muda e minimizou o tempo de plantio (FIBRIA, 2017).

No entanto, o custo de instalação de viveiro com esse tipo de recipiente é elevado. Segundo Oliveira (2016), em função da possibilidade de redução de ciclo de produção das mudas no recipiente degradável, esperava-se que o menor custo compensasse o investimento na tecnologia, porém, o investimento, com os recipientes de polipropileno e Ellepot®, a produção de mudas de *Eucalyptus urograndis* não se mostrou viável economicamente.

Outro recipiente confeccionado a partir de material orgânico são os blocos prensados. Esse método consiste no cultivo das mudas em placas de material orgânico, onde as raízes se desenvolvem sem confinamento ou direcionamento (BARROSO et al., 2000). Morgado (1998) e Leles (1998) observaram que mudas de *Eucalyptus spp.* produzidas em blocos prensados apresentaram maiores dimensões no viveiro e melhor crescimento inicial em altura e diâmetro, após o plantio.

Por outro lado, Lopes et al. (2014) compararam dois modelos de tubetes (35 e 50cm³) e blocos prensados e constataram que os blocos e o tubete de 50cm³ foram os recipientes que proporcionaram o melhor desempenho em campo de mudas de *E. urophylla*, enquanto para o *E. camaldulensis* e *E. citriodora* o desempenho foi independente do tipo de recipiente. Keller et al. (2009) avaliando a viabilidade do uso de blocos prensados como recipientes na produção de mudas de espécies nativas *Inga marginata* (ingá), *Jacaranda puberula* (caroba) e *Zeyheria tuberculosa* (ipê-felpudo), constataram que o sistema de blocos prensados se mostrou

tecnicamente viável para produção de mudas dessas espécies florestais, apesar delas não terem demonstrado, aos 10 meses após o plantio, diferenças no crescimento em relação às mudas produzidas em sacos plásticos e tubetes.

Apesar de os trabalhos científicos evidenciarem a viabilidade técnica do sistema de blocos prensados, atualmente não existe uso em escala comercial, devido aos aspectos de logística ligado as matérias primas, a prensagem dos blocos e mecanização para individualização das mudas (KELLER et al., 2009). No entanto esse sistema apresenta vantagens, pois não há necessidade de aquisição de recipientes, e são menores as chances de problemas de restrição ou enovelamento do sistema radicular, além da possibilidade de o próprio viveirista confeccionar os blocos prensados, utilizando-se material orgânico (KELLER et al., 2009) e resíduos agroindustriais (MORGADO et al., 2000) existentes na propriedade ou próxima a ela.

2.3. Resíduos agroindustriais

Os significativos avanços no desempenho do agronegócio brasileiro implicaram no aumento do consumo de insumos e da geração de resíduos pelas atividades agropecuária e agroindustrial (MMA, 2000). Os resíduos da agroindústria de processamento de produtos de origem vegetal (frutas, oleaginosas, fibrosas, madeireiras, etc.) e origem animal (laticínios, avicultura de corte, aquicultura, etc.) apresentam em suas composições diferentes constituintes, que abrem oportunidades de agregação de valor aos mesmos (ROSA et al, 2011).

Cada atividade agroindustrial tem um ou mais produtos alvo (ou subprodutos) e dentro de cada processo de produção, diferentes materiais podem ser considerados resíduos, sendo que este pode não ser obrigatoriamente um material sem valor, pois o que é resíduo em um processo pode ser matéria prima para outro (SILVA, 2007). Por isso, qualquer esforço na transformação de um resíduo agroindustrial em um produto comercial é duplamente positivo, por reduzir o custo de disposição do resíduo e por permitir nova receita a partir de uma matéria prima de custo negativo (SILVA, 2007).

A utilização de resíduos agroindústrias permite a reciclagem de nutrientes do solo e aumento da receita do homem do campo ou empresário. Diminui a extração de nutrientes das reservas naturais do planeta e contribui para a prática do saneamento ambiental e da sustentabilidade da propriedade agrícola (FACTOR et al., 2008). Além disso, a obtenção de novos materiais, produtos, e substâncias químicas a partir de resíduos agroindustriais tem encontrado espaço e vem sendo desenvolvida (ROSA et al., 2011). Entre os resíduos agroindústrias com alto potencial de utilização na produção de mudas, encontra-se fibra de coco, composto suíno e cama de frango.

2.3.1. Fibra de coco

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta de grande relevância socioeconômica no Brasil (SIQUEIRA et al., 2002). Além da água de coco, o albúmen sólido para indústria de alimentos e de óleos, o agronegócio do coco gera uma grande quantidade de subprodutos e resíduos (NUNES et al., 2007). O Brasil possui cerca de 280 mil hectares cultivados com coqueiros, distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional com produção equivalente a dois bilhões de frutos (MARTINS & JÚNIOR, 2014).

Entre 1990 a 2009, o país passou do décimo ao quarto maior produtor mundial, e as perspectivas de crescimento aumentam, tanto na produtividade quanto na abrangência do mercado (SILVA, 2014). O problema, no entanto, é que o aumento na produção e no consumo da água de coco gera uma quantidade crescente de resíduos (casca e folhas), transformando-se

em um problema ambiental (PIMENTEL, 2010). Segundo Nunes et al. (2007) a produção de resíduos corresponde aproximadamente a 11 toneladas por hectare plantado. Devido a forma de descarte desses resíduos, seja em lixões ou aterros sanitários, a deposição do material gera custos e impactos negativos para a sociedade (CARDOSO & GONÇALEZ, 2016). O tempo médio de decomposição da casca do coco é de 10 anos, o que diminui consideravelmente a vida útil dos aterros sanitários (ROCHA et al., 2010). Se disposto irregularmente a céu aberto manifesta-se o descontrole das emissões de metano, bem como possível contribuição na proliferação vetores patológicos (ROCHA et al., 2010).

A casca de coco, fonte da fibra, foi tratada por anos como lixo ou material residual, mas com a evolução dos conhecimentos técnico-científicos, esse material passou a ter várias utilidades (MORAIS, 2016). Dessa forma, os resíduos gerados pela produção de coco podem ser aproveitados de diversas maneiras, pois são excelente fonte de matéria-prima (NUNES & SANTOS, 2009). A casca pode ser utilizada na fabricação de adubo orgânico, pelo processo de compostagem, na cobertura do solo, fabricação de vasos, formação de briquetes, blocos prensados, e substituir o carvão de madeira (NUNES & SANTOS, 2009).

A casca de coco verde, parte nobre para o setor de reutilização de resíduos, apresenta em sua constituição fibras (grande maioria do seu volume) de alto valor agregado pois possuem características como coloração uniforme, elasticidade, durabilidade e resistência à tração e à umidade (SILVA et al., 2006; MORAIS, 2016). Segundo Salazar (2006), as fibras naturais de coco possuem vantagens no que diz respeito à toxicidade e biodegradabilidade.

Outra característica desse material é a composição química da casca de coco varia conforme a fonte, a época do ano e a quantidade de chuvas (KÄMPF & FERMINO, 2000). Esse material também é bastante variável quanto ao nível de salinidade (ROSA et al., 2001). Dependendo do tipo de cultivo e da finalidade do produto gerado (composto, adubo orgânico e substrato), é feito lavagem das fibras (ROSA et al., 2001) para diminuição desse atributo na matéria prima e no produto (ROSA et al., 2001). A condutividade elétrica (C.E.) de 3 dS/m limita o crescimento da maioria das plantas (AYERS & WESTCOT, 1991). Para o caso de culturas mais sensíveis à salinidade, este valor deverá situar-se em níveis abaixo de 1,0 dS/m (AYERS & WESTCOT, 1991).

2.3.2. Composto suíno

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína (SOUZA, 2018). De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal, a produção de carne suína chegou a 3,75 milhões de toneladas no ano de 2017. O desenvolvimento da suinocultura intensiva trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos que são lançados ao solo, na maioria das vezes, sem critério e sem tratamento prévio, transformando-se em uma grande fonte poluidora dos mananciais de água (OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA, 2004).

Os dejetos suíños são constituídos por fezes, urina, água de limpeza e dos bebedouros (KONZEN, 1983). Estima-se que a produção média diária de dejetos de suínos é de 5,8 quilos dia⁻¹ por animal adulto e o rebanho brasileiro é constituído por 40 milhões de cabeças, ou seja, uma produção estimada de 232 mil toneladas dia⁻¹ de dejetos (IBGE, 2016). No entanto, a quantidade de dejetos produzidos diariamente por suíno varia de acordo com o peso, a idade dos animais (SOUZA et al., 2008), a quantidade de água ingerida, a estação do ano e a quantidade de água adicionada na higienização das baías (ANDREADAKIS, 1992).

A elevada produção de dejetos suíños, resultante do sistema intensivo de produção e concentração das unidades produtoras em algumas regiões do país é o maior problema ambiental enfrentado pela atividade suinícola no país (ORRICO JÚNIOR et al., 2010) devido ao principal destino dos dejetos de suíno no Brasil ser o uso agrícola na sua forma original, “*in natura*” (BENITES et al., 2010).

Em geral, o uso sem critérios técnicos que permita o aproveitamento eficiente dos nutrientes resulta em perdas significativas dos mesmos por lixiviação, sobretudo do nitrogênio. Além disso, o uso inadequado pode resultar em emissão significativa de gases de efeito estufa, principalmente o óxido nitroso (AITA et al., 2014; BENITES et al. 2010) e a contaminação dos cursos hídricos (SANTOS et al., 2012).

A utilização de biodigestores é uma alternativa tecnológica para o gerenciamento dos dejetos de suínos, o que permite a agregação de valor ao resíduo mediante a utilização do biogás produzido em sistemas de geração de energia e calor (PERDOMO et al., 2003). Outra alternativa é via compostagem (OLIVEIRA & HIGARASHI, 2006). A compostagem de dejetos suínos consiste, basicamente, na mistura dos dejetos brutos oriundos da produção de suínos, em unidades de compostagem constituídas por leitos formados por maravalha, serragem ou palha (CAVALETTI, 2014).

A compostagem é definida como a decomposição biológica e a estabilização das substâncias orgânicas sob condições que permitam o aumento de temperatura como resultado da produção biológica de calor pelas bactérias termofílicas, resultando em um produto final suficientemente estável para a estocagem e aplicação agrícola, sem com isso gerar efeitos adversos ao meio ambiente (KIEHL, 1998; OLIVEIRA, 2004).

O composto suíno então está apropriado para utilização quando não apresentar aquecimento após a ação de revolvimento e irrigação e quando apresentar aspecto homogêneo, coloração escura, onde não se possa mais distinguir os componentes originais (KIEHL, 1998). Esse composto gerado é de excelente qualidade e em volume concentrado, permite inclusive menor custo de transporte e distribuição nas lavouras, além de apresentar outra grande vantagem que é a redução dos odores (OLIVEIRA et al., 2006). A prática de exportação e comercialização do composto suíno gerado ainda é limitada pela baixa viabilidade econômica, pois compete com outros resíduos, como a cama de frango (KUNZ et al., 2005).

2.3.3 Cama de frango

Considera-se cama de frango o material de origem vegetal que possa ser usado para forrar o piso do aviário (STEPHENSON et al., 1990). A cama deve proporcionar condições de conforto e bem-estar as aves, garantindo que a qualidade de sua carcaça seja mantida, diminuindo a incidência de lesões em regiões como o peito e coxim plantar, bem como em outras áreas do corpo com menor valor comercial (OLIVEIRA et al., 2002). Além disso, a cama de frango tem finalidade de controlar o nível de umidade, a produção de pó e amônia, a exposição a agentes transmissores de doenças e prevenir a proliferação de insetos (ÂNGELO et al., 1997). A espessura da cama sobre o piso deve variar de 5 a 15 cm, pois como recebe restos de ração, excrementos, penas e descamações da pele deve ser capaz de manter o ambiente em condições sanitárias adequadas às aves (ÁVILA et al., 2007). Sua composição depende do tipo de alimentação das aves, substrato utilizado e método de controle de pragas (VAN DER WATT et al., 1994). A quantidade e tipo do material da cama, o número de lotes de frangos produzidos na cama, o sistema de bebedouros, a quantidade de sujidades, e os métodos de limpeza e armazenamento da cama são fatores que alteram também a composição e as características físicas da cama de frango (JACOB et al., 1997; EDWARDS & DANIEL, 1992; DAO & ZHANG, 2007).

Apesar de ampla expansão da avicultura e melhoria das tecnologias de produção, o material mais utilizado como substrato para cama de frango é a maravalha, proveniente do beneficiamento da madeira (ÁVILA et al., 2007). Outros resíduos como bagaço de cana, sabugo de milho picado, cascas de amendoim, de arroz, de café, de feijão; fenos de gramíneas podem ser empregados sem qualquer prejuízo no desempenho das aves (OLIVEIRA et al., 1973; ÁVILA et al., 1992).

Devido ao seu potencial poluidor a avicultura tem sido considerada como atividade de grande impacto ambiental (SILVA, 2005). Esse impacto está relacionado com a grande quantidade de cama de frango produzida, as carcaças de animais mortos e águas residuárias (SILVA, 2005). Dessa maneira, o aproveitamento da cama de frango minimiza os impactos ambientais causados por esse resíduo (FOGAÇA, 2015).

Estima-se que a produção média de cama seja de 2,19 kg por frango de corte na matéria natural (SANTOS & LUCAS JÚNIOR, 1997). Como há custos em sua aquisição usualmente promove-se sua reutilização, por meio da passagem de trator tipo tobata, para descompactá-la. A cama pode ser utilizada em até 12 lotes, sendo que, comumente, se reutiliza por seis lotes consecutivos (ÁVILA et al., 2007).

Até 2001, a cama de frango utilizada destinava-se à alimentação de ruminantes, no entanto, decorrente dos casos registrados de encefalopatia espongiforme bovina, doença da “vaca louca”, na Europa, possivelmente transmitido por meio da cama de frango, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 8/04, proibiu o uso em todo o território nacional de excretas de aves para alimentação de ruminantes (CONCEIÇÃO, 2012).

Entre os diferentes modos para reutilizar a cama de aves, o uso como fertilizante é a forma que apresenta maior potencial para contribuir com a sustentabilidade agrícola, pois promove o retorno ou a ciclagem dos nutrientes ao solo (CORRÊA & MIELE, 2011). Como outras formas de reaproveitamento pode-se citar sua utilização na produção de biogás, por meio de biodigestores, o qual poderá gerar energia elétrica para diversos fins na propriedade. A cama também pode ser transformada em briquetes, os quais tem capacidade para alimentar caldeiras para produção de energia térmica ou elétrica (CORRÊA & MIELE, 2011).

3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AITA, C.; GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; SANTOS, D.; ROCHELINE, P.; ANGERS, D. A.; CHANTIGNY, M. H.; PUJOL, S.B.; GIACOMINI, D. A.; GIACOMINI, S. J. Injection of Dicyandiamide-Treated Pig Slurry Reduced Ammonia Volatilization without Enhancing Soil Nitrous Oxide Emissions from No-Till Corn in Southern Brazil. **Journal Environment Quality**, v. 43, p. 789–800, 2014.

ANDREADAKIS, A. D. Anaerobic digestion of piggery wastes. **Wat. Sci. Tech.**, v. 25, n. 1, p. 9-16, 1992

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONGO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n.1, p. 121-130, 1997.

ARTHUR JUNIOR, J. C. **Uso de tubete e de minitubete de compósito de polihidroxibutirato mais pó de madeira na produção e no plantio de mudas seminais e clonais de eucalipto.** 2011. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatórios Anuais.** 2017. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acesso em: 16 de jan.de 2020.

ÁVILA, V. S.; COSTA, F. C. A.; FIGUEIREDO, É. A. P.; ROSA, P. S.; OLIVEIRA, U.; ABREU, V. M. N. **Materiais alternativos, em substituição à maravalha como cama de frangos.** Comunicado Técnico 465. Concórdia; SC, 2007.

ÁVILA, V. S.; MAZZUCO, H.; FIGUEREDO, S. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 1992. 38 p. (Circular técnica, 16).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. de A.; LELES, P.S. dos S.; MORGADO, I.F. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Revista Árvore**, v.24, n. 3, p.291-296, 2000.

BERNADINA, F. F. **Desenvolvimento de tubetes biodegradáveis a partir de resíduos da indústria sucroalcooleira.** Trabalho de Conclusão de Curso, (Graduação em Engenharia Química). Faculdade Norte Capixaba. 2017.

BENITES, V. de M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 29. Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2010

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br Acesso em: jan. 2020.

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

CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (*Cocos nucifera* L.) para produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 321– 330, 2016.

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

CAMPINHOS JR.; IKEMORI, Y. K. Nova Técnica para a Produção de Mudas de Essências Florestais. **IEPF**, n. 23, p. 43-46, 1983.

CAVALETTI, L. B. **Avaliação do sistema de compostagem mecanizada para dejetos suínos.** Monografia (Graduação Engenharia Ambiental) Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, 2014.

CNI, **Confederação Nacional da Indústria. Cadeia produtiva de florestas nativas.** 2017. Disponível em: http://www.abaf.org.br/wp-content/uploads/2017/11/fnbf_seminario-cni.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

CONCEIÇÃO, P. S. **Avaliação da tratabilidade da cama de frango por processos aeróbicos de compostagem visando sua reutilização.** 2012. 73 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

CORRÊA, J. C.; MIELE, M. Manejo Ambiental na Avicultura. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). **A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos.** Documentos: 149, Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, 2011 p. 125-152.

COUTO, H. A. R. do; GUIMARÃES, R. dos R.; PAMPLONA, A. M. S. R. **Normas para o gerenciamento de resíduos de laboratórios da Embrapa Amazônia Ocidental.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 24 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 79).

DAO, T.H.; ZHANG, H. Rapid composition and source screening of heterogeneous poultry litter by energy dispersive x-ray fluorescence spectrometry, **Annals of Environmental Science**, v.1, p. 69–79, 2007.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros Florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais.** 1 ed. Lavras: UFLA, 2008. p 83-124.

EDWARDS, D. R.; DANIEL, T. C. Environmental impacts of on-farm poultry waste disposal a review. **Bioresource Technology**, v. 41, n. 1, p. 9–33, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** 1. Ed. Brasília, 2014

EMBRAPA. **O germoplasma de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no Brasil.** / Moura. - Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 12 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 111).

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; VILELLA JUINOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. Campina Grande. Revista Brasileira de **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 143-149, 2008.

FERRAZ, A.V.; ENGEL, V.L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. VAR. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG.), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (MART. EX DC.) SANDL.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERREIRA, D. H. A. A. et al. Crescimento e produção de eucalipto na região do médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

FIBRIA, **Relatório 2017.** Disponível em: <http://r2017.fibia.com.br/nossos-processos-produtivos/gestao-florestal/> Acesso em: ago 2019.

FLORES, H.J.M.; MAGAÑA, J.J.G.; ÁVALOS, V.M.C.; GUTIÉREZ, G.O.; VEGA, Y.Y.M. Características morfológicas de plântulas de dos especies forestales tropicales propagadas en

contenedores biodegradables y charolas styroblock. **Revista mexicana de ciencias forestales**, v.2, n.8, 2011.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.** produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2000.

FOGAÇA, I. **Controle alternativo da volatilização de amônia e do cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae), em cama de frango.** Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais). Rolim de Moura, Universidade Federal de Rondônia - UNIR, 2015.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H.; PEREIRA, M. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro.** Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 430p., 2013.

FREITA G. A.G., **Frequência da irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliotii* em viveiro,** Tese (Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria), Centro de Ciências Rurais, Santa Maria – RS, 2007

FREITAS, T. A. S., BARROSO D. G., CARNEIRO J. G. de A., PENCEL, R. M., LAMONICA, K. R., FERREIRA, D. de A. Desempenho Radicular de Mudas de Eucalipto Produzidas em Diferentes Recipientes e Substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FREITAS, T. A. S. **Produção de mudas de eucalipto em recipiente aberto e fechado.** 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2007.

GEYER R.; JENNA, R. J.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v.3, p.2375-2548, 2017.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip . **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35-41, 1991.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J. M; COUTO, L.; LEITE, H. G; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Qualidade dos parâmetros morfológicos para avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista árvore**, v. 26, n. 6, p 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais (propagação assexuada).** 3^a edição, Viçosa: UFV, 2006.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123 - 131, 2013.

GONÇALVES, J. L. M. et al. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização.** In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 309-350, 2005.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypts plantations. **Forest. Ecol. Manage.**, p. 6-27, 2013.

GONTIJO, D. O. **Silvicultura do eucalipto: principais espécies cultivadas no Brasil e suas características.** 2018. TCC. (Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

GRATTAPAGLIA D, KIRST M. *Eucalyptus* applied genomics: from gene sequences to breeding tools. **New Phytol**, n. 179, p. 911–929, 2008.

IATAURO, R.A. **Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** Botucatu, 2001. 33p. Monografia. Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, SP.

IATAURO, R. A. **Avaliação energética e econômica da substituição de Tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na Produção de mudas de aroeira – *Schinus terebinthifolius* Raddi.** Tese. Botucatu. 2004.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores: **Relatório Ibá 2019.** Disponível em: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2019.pdf Acesso em: 16mar 2019.

JACOB, J. P; KUNKLE, W. E.; TERVOLA, R. S.; MILES, R. D.; MATHER, F. B. **Broiler Litter, Part 1: A Feed Ingredient for Ruminants.** University of Florida Cooperative Extension Service, 1997.

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.

KELLER, L., LELES, P.S.S., OLIVEIRA NETO, S. N. de. COUTINHO, R. P., NASCIMENTO, D. F. do. Sistema de blocos prensados para produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.2, p.305-314, 2009.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba, 1998. 171p.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA, 1983. 32 p. (Circular técnica, 6).

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

LELES, P.S.S. **Produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. pellita* em blocos prensados e em tubetes.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 1998, 76p.

LINHARES JUNIOR, J. A. **Estudo da fibra de coco para confecção de recipientes biodegradáveis.** Monografia. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2016.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Desempenho no campo de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 44, n. 4, p. 589-596, 2014.

MARTINS, C.; JÚNIOR, L. A. J. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014.** Embrapa. 2014

MARSCHNER, H. (1995). **Mineral Nutrition of Higher Plants.** Academic Press, San Diego, 889p.

MENEGATTI, A.; ARRUDA, G. O. S. F.; NESI, C. N. O adubo de cama de aviário na produção e na qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Scientia Agraria.** v. 18 n. 1, p. 43-49, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agricultura Sustentável.** Brasília: MMA, 2000, 57p.

MORAIS, V. S. **Projeto e construção de charpy utilizando a modelagem numérica da plataforma ansys® no estudo comparativo entre ensaios numéricos e práticos a partir de diferentes propriedades mecânicas de materiais compósitos.** Tese (Doutorado em Ciências dos Materiais), Ilha Solteira-SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2016.

MOREIRA, J.M. M. Á. P.; SIMIONI, F. J.; DE OLIVEIRA, E. B. Importância e desempenho das florestas plantadas no contexto do agronegócio brasileiro. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 85-94, 2017

MORGADO, I.F. **Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 1998.

MORGADO, I. F, CARNEIRO, J. G. A., LELES, P. S. S., BARROSO, D. G. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.709-712, 2000.

MYBURG A. A. et al. The genome of *Eucalyptus grandis*. **Nature**, v.510, p. 356-362, 2014.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos de coqueiro gigante para produção de adubo orgânico; compostagem e outras. In: CINTRA, F. L. D, FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros, 2009. p. 127-144.

NUNES, M. U. C; SANTOS, J. R. dos; SANTOS, T. C. dos **Tecnologia para biodegradação de casca de coco-seco e de outros resíduos do coqueiro**. Circular Técnica 46. Aracaju, 2007.

OLIVEIRA, S.C.; CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Comparação entre tipos de cama na criação de frangos de corte**. Porto Alegre: Supervisão da Produção Animal, Instituto de Pesquisas Zootécnicas, 1973. (Boletim Técnico, 20).

OLIVEIRA, P. A. V. de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

OLIVEIRA, D. P. F. D. **Análise técnica e econômica do uso de recipiente degradável na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis***. Dissertação (Mestre em Ciência Florestal), Botucatu- SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”-UNESP, 2016.

OLIVEIRA, F. L. de; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; SILVA, E. D.; SILVA, V. V.; ESPINDOLA, J. A. A. Desempenho de taro em função de doses de cama de avíario, sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p.149-153, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p.143-158p.

OLIVEIRA, P. A. V. de, CASTILHO JUNIOR, A. B., NUNES, M. L. A., HIGARASHI, M. M., Compostagem usada para o tratamento dos dejetos de suínos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4. 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campinas: Editora Animal/World, 2004. p.522-523.

OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. **Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 39 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 114).

OLIVEIRA, M. C.; GOURLART, R. B.; SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2002.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A. LUCAS JÚNIOR, J. DE. Avaliação de parâmetros da biodigestão anaeróbica de dejetos de suínos alimentados com dietas à base de milho e sorgo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 600-607, 2010.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p. (Documentos, 85).

PIMENTEL, S. M.; MACHADO, S. W. M.; BRASILEIRO, G. A. M.; CASADO, A. P. B. Uso sustentável da fibra e pó do coco: uma alternativa ao desperdício. In: CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, 2010, Maceió. **Anais Maceió**: Instituto Federal de Alagoas, 2010.

PINTO JÚNIOR, J. E.; SANTAROSA, E.; GOULART, I. C. G. dos R. Histórico do cultivo de eucalipto. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (Eds.). **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014, p. 1-138.

REIS, G.G., REIS, M.G.F., MAESTRI, M., XAVIER, A., OLIVEIRA, L.M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* spp, sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v.13, n.1, p.1-18, 1989.

ROCHA, F. B. DE A. et al. **Gestão de resíduos como ferramenta aplicada ao beneficiamento do coco verde**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, 2010.

ROSA, M.F., SOUZA M.S.M., FIGUEIREDO M.C.B., MORAIS J.P., SANTAELLA S.T., LEITÃO R.C. **Valorização de resíduos da agro-indústria**. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Foz do Iguaçu. Brasil 98-105, 2011.

ROSA, M.F; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, D; ARAUJO, F.B.S.; NORÔES, E.R.V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Comunicado Técnico, 54)

SALAZAR, V. L. P. & LEÃO, A. L. **Biodegradação das fibras de coco e de sisal aplicadas na indústria automotiva**. Energ.Agric., Botucatu, vol. 21. n.2, 2006, p.99- 133.

SAMPAIO, F. S.; MAZZOCHIN, M. S. Espacialidade da economia: inovação e estratégias espaciais no setor de base florestal brasileiro. **RA'EGA**, n. 20, p. 53-65, 2010.

SANTOS, T.M.B.; LUCAS JÚNIOR. J. **Produção de biogás a partir de três tipos de cama obtidos em dois ciclos de criação de frangos de corte**. In: XXVI CONGRESSO 60 „BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Campina Grande: SBEA/UFPE, (EAG030), 1997.

SANTOS, R. C.; MEURER, E. J. Microrganismos em percolado, após aplicações de dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 1000-1006, 2012.

SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia Agroindustrial do coco: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes**. Monografia. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia, Campinas, 2003.

SILVA, A. A. **Potencialidade da recuperação de pastagem de brachiaria decumbens fertilizadas com cama de aviário e fontes minerais**. Uberlândia, 2005, 152 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em ciencias veterinárias. 2005.

SILVA, A. C. Reaproveitamento da casca de coco verde. **Revista Monografias Ambientais (REMOA)**, v. 13, n. 5, p. 4077-4086, 2014.

SILVA, L. N. da. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. 59f. Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

SILVA, T. T. S.; SPADA, G.; FARIA, M. F.; GOULART, L. M. L.; FURTADO, E. L.; PASSOS, J. R. S; GUERRINI, I. A. Fitossanidade e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da aplicação de fosfato e silício. **Summa Phytopathol**, v. 45, n. 3, p. 332-336, 2019.

SILVA, R. B. G. da; SIMOES, D.; SILVA, M. R. da. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

SILVA, R. V.; SPINELLI, D.; BOSE FILHO, W. W.; CLARO NETO, S.; CHIERICE, G. O.; TARPANI, J. R. **Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites**. Composites Science Technology, Barking, v.66, n.10, p.1328-1335, 2006.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. **A introdução do coqueiro no Brasil: importância histórica e agronômica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 47).

SNIF, Serviço Florestal Brasileiro: **Cadeia produtiva**. Disponível em: <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/cadeia-produtiva>. Acesso em: 12 ago de 2019.

SHEY, J.; IMAM, S. H.; GLENN, G. M.; ORTS, W. J. Properties of baked starch foam with natural rubber latex. **Industrial Crops and Products**, n.24, p.34-40, 2006.

SOUZA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. Fertilização potássica na cultura do morango no litoral Cearense. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 1 – 6, 2014.

SOUZA, C. F.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. R. DOS; BRESSAN, W. S; MOGAMI, C. A. M. Produção volumétrica de metano: dejetos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p. 219-224, 2008.

SOUZA, H. C. **Custo de produção de suínos: estudo nos principais estados produtores do Brasil**. 2018. Monografia. (Ciências Contábeis) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

STEPHENSON, A.; McCASKEY, T.; RUFFIN, B. A survey of broiler litter composition and potential value as a nutrient resource. **Biological Wastes**, v. 34, p. 1–9, 1990.

VAN DER WATT, H.; SUMNER, M. E.; CABRERA, M. L. Bioavailability of copper, manganese, and zinc in poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v. 23, p.43–49, 1994.

VIEGAS, L. B. Viabilidade do recipiente biodegradável na produção de mudas florestais nativas. Botucatu, 2015, 157f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista.

CAPÍTULO I

**CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*
S.T. BLAKE EM RECIPIENTES À BASE DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAIS**

RESUMO

A utilização de recipientes biodegradáveis para produção de mudas de espécies florestais contribui para a sustentabilidade do setor florestal na medida em que o material se degrada em menor tempo no solo que os recipientes plásticos, e pela possibilidade de reciclagem de nutrientes que foram exportados do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em recipientes biodegradáveis confeccionados a partir de resíduos agroindustriais, durante a fase de viveiro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (tubete de polietileno-TP, recipiente biodegradável de fibra de coco- RFC, cama de frango RCF e composto suíno RCS), e 24 repetições, totalizando 96 mudas. Aos 75 dias após a semeadura, foram avaliadas as características morfológicas das mudas: altura (H) e diâmetro do coletor (DC), além da matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca das raízes (MSR); número de folhas (NF); área foliar (AF) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Foram analisadas as concentrações de N, P, K, Ca e Mg nas folhas das plantas. Mudas produzidas em recipientes compostos de fibra de coco, da cama de frango e resíduos da suinocultura tiveram seu desenvolvimento aéreo e subterrâneo similares àquelas produzidas em tubetes de polipropileno. Em todos os tratamentos, as mudas de eucalipto alcançaram estado nutricional adequado para fase de viveiro. Dessa maneira, os resíduos fibra de coco, composto suíno e cama de frango tem potencial para uso como matéria prima de tubetes biodegradáveis e produção de mudas de *E. urophylla*.

Palavras-chave: Fibra de coco, resíduos agroindustriais, composto suíno, cama de frango *Eucalyptus* e tubetes.

ABSTRACT

The use of biodegradable containers for the production of seedlings of forest species contributes to the sustainability of the forest sector as the material degrades in less time in the soil than plastic containers, and the possibility of recycling nutrients that have been exported from the soil. The objective of this work was to evaluate the quality of seedlings of *Eucalyptus urophylla* produced in biodegradable containers made from agro-industrial waste, during the nursery phase. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC), with four treatments (polyethylene tube-TP, biodegradable coconut fiber container-RFC, chicken bed RCF and swine compound RCS), and 24 repetitions, totaling 96 seedlings. At 75 days after sowing, the morphological characteristics of the seedlings were evaluated: height (H) and stem diameter (DC), in addition to the dry matter of the aerial part (MSPA); root dry matter (MSR); number of leaves (NF); leaf area (AF) and Dickson's quality index (IQD). The concentrations of N, P, K, Ca and Mg in the leaves of the plants were analyzed. Seedlings produced in containers made of coconut fiber, poultry litter and swine waste had their aerial and underground development similar to those produced in polypropylene tubes. In all treatments, eucalyptus seedlings reached an adequate nutritional status for the nursery phase. In this way, coconut fiber residues, pig compost and chicken litter have the potential to be used as raw material for biodegradable tubes and the production of *E. urophylla* seedlings.

Key words: Coconut fiber, agro-industrial residues, swine compost, *Eucalyptus* chicken litter and tubes

1. INTRODUÇÃO

O sucesso na implantação de povoamentos florestais requer esforço permanente na produção de mudas de qualidade (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011). Para alcançar a qualidade necessária, a produção de mudas em recipientes plásticos é o sistema mais utilizado, principalmente por proporcionar o melhor controle nutricional e proteção das raízes, além de permitir o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio (GOMES et al., 2003).

O tubete de polipropileno é o recipiente mais utilizado na produção de mudas florestais (FREITAS et al., 2013). Destaca-se, entre outros recipientes devido suas vantagens, como o aumento do rendimento operacional, diminuição da demanda de mão de obra, por permitir a reutilização do recipiente e possibilidade de automação de operações (CAMPINHOS JR. & IKEMORI, 1982). Entretanto, um dos problemas observados na produção de mudas em recipientes de pequenas dimensões e de paredes rígidas são as deformações radiculares, acentuadas pelo pequeno volume de substrato que comportam (BARROSO et al., 2000). Segundo Freitas et al., (2013) embalagens com limitada capacidade volumétrica apresentam a desvantagem de causar outras deformações radiculares, tais como a dobra e o estrangulamento das raízes, comprometendo o desenvolvimento das mudas no campo. Além disso, outra desvantagem dos tubetes de polipropileno é a sua principal matéria-prima, derivados de petróleo, que apresentam degradação em torno de 400 anos (FLORES et al., 2011).

Grande parte das desvantagens deste recipiente pode ser solucionada com uso de recipientes de natureza orgânica e que possam ser plantados juntamente com as mudas no campo, como àqueles que usam como matéria-prima resíduos das agroindústrias. Além do aproveitamento desses resíduos, cujo descarte gera impacto negativo ao meio ambiente e limita a vida-útil de aterros, os resíduos vegetais e dejetos animais, devidamente tratados, constituem importantes fontes de nutrientes às plantas (MENEGATTI et al., 2017).

Sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial de coco (SILVA, 2014), maior exportador de carne suína (SOUZA, 2018) e o terceiro maior produtor de frango (BRAZILIAN CHICKEN, 2020) é razoável imaginar que o país tem um grande reserva de matéria prima para reciclagem. Para o setor de produção de mudas esses resíduos promoveriam a melhoria na fertilidade do substrato e crescimento das mudas, além de ser uma boa alternativa para os problemas ambientais causados pelo acúmulo desses resíduos na natureza (GUERRA et al., 2017). Como os recipientes degradáveis são plantados com as mudas (NARAYAN, 2001), eles apresentam características vantajosas, como melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo, com menos estresse durante o plantio. Uma razão para isso é que a integridade das raízes, que pode perfurar as paredes porosas, é mantida. Outro é o tempo reduzido de permanência das mudas no viveiro, possibilitando o plantio precoce e aumentando a capacidade produtiva (IATAURO, 2004).

Foi pensando na viabilidade técnica do uso desses resíduos (fibra de coco, cama de frango e composto suíno) na composição de recipientes para produção de mudas que esse estudo se desenvolveu. O objetivo central foi o de avaliar o crescimento, a qualidade e estado nutricional de mudas da espécie *E. urophylla* produzidas em recipientes biodegradáveis compostos por esses resíduos agroindustriais, durante a fase de viveiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e condições da experimentação

O estudo foi conduzido, no período de março a junho de 2019, em casa de vegetação do Departamento de Solos, no Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no município de Seropédica - RJ. As coordenadas geográficas desse local são 22° 45'34.1" de latitude Sul e 43°41'49.8" de longitude Oeste e a altitude de 33 metros acima do nível do mar.

A casa de vegetação possuía estrutura coberta no teto e lateral por plástico transparente. A irrigação foi feita de maneira manual, utilizando regadores. A temperatura média foi registrada por termômetro no interior da casa de vegetação, durante a condução do experimento, ficando entre 30° e 32°C durante o período de condução do experimento. O controle da temperatura era feito por meio de ventiladores e janelas zenitais. Visando a garantir uma mesma condição de temperatura e umidade às mudas dentro da estufa, foi realizada mudanças da posição dos recipientes, semanalmente.

2.2. Sementes

As sementes de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake foram coletadas, beneficiadas e doadas pelo setor de sementes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), sediado na Universidade de São Paulo (USP).

2.3. Recipientes e substratos

Os recipientes utilizados para produção de mudas de eucalipto foram os tubetes de polipropileno (TP) e recipientes produzidos a partir de resíduos de cama de frango (RCF), composto suíno (RS) e fibra de coco (RC), com capacidade de 90 cm³ e sem estriadas. O tubete de polipropileno foi obtido no mercado local, ao passo que os demais disponibilizados pela Empresa TOCO, responsável no desenvolvimento dos tubetes (Figura 1, a, b e c).



Figura 1. Recipientes biodegradáveis confeccionados a partir de cama de frango (a), composto suíno (b) e fibra de coco (c) e tubetes de polipropileno (d). Todos os recipientes apresentavam volume equivalente a 90 cm³. Em detalhe da imagem (d), tube depolipropileno cortado para equivalência de volume.

Embora o processo industrial de confecção dos tubetes usados nesse trabalho esteja protegido devido ao processo de obtenção de patente, pode-se resumir-lo da seguinte forma: adiciona-se a matéria prima (fibra de coco, composto suíno ou cama de frango) triturada ou moída a um misturador contendo água e outros aditivos (como, materiais com propriedades

coloidais, a celulose, bentonita e outros). A partir da mistura homogeneizada, esta é transferida para um tanque contando um molde submerso. A partir da emersão do molde, e com uso de uma bomba de vácuo expulsa-se a água em excesso da mistura. O processo é finalizado com a secagem em estufa do molde e retirada do mesmo.

O composto suíno utilizado, nesse estudo, teve origem no Campo Experimental da Embrapa Suínos e Aves (localizada na cidade de Concórdia, estado de Santa Catarina), após compostagem aeróbia dos dejetos em leiras. O lote usado para o experimento foi enviado para a Embrapa Solos e estava acondicionado seco e moído, em recipientes plásticos fechados. A cama de frango, não compostada, teve origem em granja de produção de frango de corte, do município de Teresópolis, estado do Rio de Janeiro. Esse resíduo e a fibra de coco estavam acondicionados da mesma forma do composto suíno (seco e moído, em recipientes plásticos). Não foi possível identificar a origem da fibra de coco utilizada nesse estudo.

Os tubetes de polipropileno de 280 cm³ foram cortados para obtenção de volume de 90 cm³, equivalente aos demais tubetes (Figura1, d). Por se tratar de um estudo de viabilidade de uso dos resíduos na produção de mudas a forma dos recipientes de compostos orgânicos não foram consideradas na avaliação, embora bastante similaridade houvesse entre eles. Para manter os recipientes estáveis sobre as bancadas foram utilizados como suporte a bandeja do tipo caixa com 54 células para tubetes de 280 cm³.

Foram separados dois recipientes de cada composto orgânico para realização da análise da composição química dos mesmos. As amostras dos recipientes foram levadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo, de Departamento de Solos (Universidade Rural do Rio de Janeiro), em Seropédica, RJ, onde foram realizadas as análises químicas (ver item 2.5). O substrato comercial utilizado foi o Mecplant (casca de pinus bioestabilizada + vermiculita) comumente usados na produção de mudas de florestais. A análise de fertilidade do substrato apresentou os seguintes resultados: P= 4,2 g Kg⁻¹; K= 6,3 g Kg⁻¹; Ca= 1,7 g Kg⁻¹; Mg= 3,1 g Kg⁻¹; N=1,8 g Kg⁻¹; Al= 8,6 g Kg⁻¹.

Foi realizado a fertilização de base ao substrato e a de cobertura pela fertirrigação segundo a proposta de Gonçalves et al (2005): 150 g de N m⁻³, 300 g de P2O5 m⁻³, 100g de K2O m⁻³ e 150g de FTE para fertilização de base, para 100 litros de solução. A fertilização de base foi constituída de 33,3 g superfostato simples, 3,3 g cloreto de potássio, 15 g de sulfato de amônio e 3g de FTE que foram misturados ao substrato até ficarem homogeneizados. Os recipientes foram preenchidos manualmente com o substrato até que os recipientes ficassem totalmente cheios. O processo foi finalizado com irrigação por meio de regadores manuais até que o substrato ficasse umedecido e na sequência foram feitas a repicagem das mudas. Foram repicadas em torno de quatro plântulas por recipiente, sendo os excedentes eliminadas após 30 dias da atividade.

A fertilização de cobertura foi realizada 30 dias após a repicagem e se repetiu em intervalos de 15 dias, na dosagem de 10 g de sulfato de amônio e 2,6 g cloreto de potássio em um litro de água, aplicando via solução aquosa por meio de seringas graduadas descartáveis na dose de 10 ml por recipiente. A fertilização potássica foi aplicada de forma intercalada a cada 30 dias. A irrigação foi realizada manualmente com auxílio de regadores.

2.4. Avaliações do crescimento aéreo e radicular das mudas

Foram realizadas as avaliações de altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas, utilizando régua graduada em centímetros e paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, respectivamente, de 15 em 15 dias, após a repicagem das mudas.

A última medição de altura, diâmetro do coleto foi realizada aos 75 dias. Foi realizado também medição de índice de clorofila a (CLO_A) e clorofila b (CLO_B) com auxílio de um clorofilômetro digital (CFL 1030 Falker) na segunda folha de cada muda. Antes da realização

das leituras, o aparelho foi calibrado com o verificador de leitura, de acordo com as recomendações do manual de instruções do fabricante. Em seguida, a parte aérea das plantas foram cortadas e separadas do sistema radicular.

No mesmo dia e no laboratório, foi retirado todas as folhas de cada planta e passadas em medidor de área foliar (AF) modelo LICOR-3600. Para a avaliação do sistema radicular, foi retirado cuidadosamente as plantas dos recipientes e o excesso de substrato era retirado em água corrente. Os recipientes orgânicos foram cortados com auxílio de uma faca, sendo retirados manualmente o máximo de raízes entre a parede desses recipientes.

A parte aérea e radicular de cada muda foram colocadas em saco de papel devidamente identificado, no qual foram acondicionados em uma estufa de circulação forçada a 45° C por até atingir peso constante. Após o período de secagem na estufa, a parte área, folhas, galhos e raízes das mudas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g, para se obter os valores de massa de matéria seca foliar (MSF), da raiz (MSR) e galhos (MSG), bem como a massa de matéria seca da parte área (MSPA), por meio da soma da MSF e MSG, e a massa de matéria seca total (MST), por meio da soma da MSPA e MSR.

A partir desses dados foi possível calcular a relação altura/diâmetro de coleto (H/D), a relação massa de matéria seca da parte aérea/massa de matéria seca de raiz (MSPA/MSR), altura/massa de matéria seca de parte aérea (H/MSPA) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), mediante a fórmula:

$$IQD = MST(g \cdot muda^{-1}) / [(H(cm) / DC(mm)) + (MSPA(g \cdot muda^{-1}) / MSR(g \cdot muda^{-1})]$$

2.5 Análise química dos recipientes e dos tecidos foliares das plantas

As amostras dos recipientes biodegradáveis, antes do preenchimento com o substrato, foram trituradas em moinho tipo *Willey* para serem determinados os teores dos elementos N, P, K, Ca, Mg e Al. O N total foi determinado por digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, sendo o extrato obtido submetido à destilação a vapor (*Kjeldahl*) com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico (TEDESCO et al., 1995).

Os teores pseudototais dos elementos P, K, Ca, Mg e Al foram determinados após digestão com HNO_3 , H_2O_2 e HCl , de acordo com o indicado pelo método 3050B (USEPA, 1996). A determinação do teor de P nos extratos foi realizada utilizando-se o método colorimétrico com metavanadato e leituras em espectrofotômetro de luz visível. O teor de Na e K nos extratos, foi determinado por espectrofotometria de chama, e o de Ca, Mg e Al quantificados por espectrometria de absorção atômica em equipamento de marca Agilent Technologies, modelo Varian SpectrAA 55B.

Os teores de N, P, K, Ca e Mg em $g \cdot kg^{-1}$ dos tecidos foliares das mudas foram determinados após as amostras secas serem trituradas em moinho tipo *Willey* e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Para a determinação dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) no material vegetal, foi utilizado o método de digestão por H_2O_2 e H_2SO_4 com mistura de digestão em bloco digestor, de acordo com o postulado por Tedesco et al. (1995). O N foi determinado por destilação a vapor (*Kjeldahl*) com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico (TEDESCO et al., 1995). O teor de P foi quantificado o método colorimétrico com metavanadato e leituras em espectrofotômetro de luz visível. O teor de Na e K nos extratos, foi determinado por espectrofotometria de chama, e o de Ca e Mg quantificados por espectrometria de absorção atômica em equipamento de marca Agilent Technologies, modelo Varian SpectrAA 55B.

2.6 Análises estatísticas

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de 4 tratamentos (TP- tubetes polipropileno, RCF- recipiente cama de frango, RCS – recipiente composto suíno e RC- fibra de coco), com 24 repetições por tratamento, sendo cada planta uma repetição, num total de 96 mudas.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Bartlett para avaliação quanto a homogeneidade de variâncias entre e o teste de Shapiro Wilk, para avaliação da distribuição normal dos resíduos. Atendidas as pressuposições (de homogeneidade de variâncias e de distribuição normal dos resíduos) prosseguiu-se com a análise de variância (ANOVA) e teste de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade). Foi realizado o mesmo com os teores de N, P, K, Ca e Mg nos tecidos foliares e dos recipientes testados. Utilizou-se para as análises dos dados, o software estatístico R.

3. RESULTADOS E DISCUSÃO

3.1. Composição dos recipientes à base de resíduos agroindustriais

Os recipientes formados a partir de compostos orgânicos apresentaram composições química distintas (Tabela 1), decorrentes da origem desses resíduos (animal ou vegetal) e processamento ou manejo do resíduo, sendo os confeccionados de composto suíno os mais ricos em N, P, K, Ca e Mg.

Tabela 1: Teor de nutrientes dos recipientes feitos a partir de fibra de coco, cama de frango e composto suíno.

Material avaliado	N	P	K	Ca	Mg	Al	Na
	g kg ⁻¹						
Fibra de coco	11,3 b (1,0)	0,1 b (0,01)	1,5 a (0,2)	9,0 c (0,2)	1,9 c (0,1)	2,0 a (0,3)	1,9 a (0,1)
Cama de frango	13,2 b (4,0)	1,4 b (0,5)	0,2 b (0,1)	15,5 b (1,7)	3,4 b (0,3)	1,0 b (0,1)	1,8 a (0,1)
Composto suíno	35,0 a (4,5)	7,5 a (2,2)	1,5 a (0,4)	22,7 a (2,6)	6,2 a (0,4)	0,5 c (0,1)	1,9 a (0,1)

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Os teores de N (35g. kg⁻¹), P (7,5g. kg⁻¹), K (1, 5g. kg⁻¹), Ca (22,7g. kg⁻¹) e Mg (6,2g. kg⁻¹) dos recipientes a base de composto suíno obtiveram destaque. Provavelmente isso ocorreu devido a dieta desses animais, normalmente muito ricas em função da baixa eficiência de conversão alimentar (SILVA, 2015). No entanto, a quantidade de nutriente presente no composto suíno pode variar de acordo com a qualidade de alimentos ofertados aos suínos, o manejo da água e as condições de armazenamento, o que dificulta estabelecer uma dosagem padronizada (SANTIAGO; BECHTLUFFT, 2010). De acordo com Vasconcellos et al. (2011) a composição e a quantidade de excretas produzidas por um animal estão diretamente relacionadas à concentração e à composição de nutrientes do alimento fornecido

De forma geral, os animais são ineficientes em transformar os nutrientes a eles fornecidos em produto. No caso dos suínos e das aves, estima-se que somente 35 a 45 % do nitrogênio proteico consumido é transformado em produto animal (VASCONCELLOS, 2009).

Nesse sentido, acredita-se que dietas mais ricas em nutrientes implicam em resíduos mais ricos (OLIVEIRA et al., 1993), sendo um fator importante para fabricação dos tubetes biodegradáveis.

A cama de frango apresentou características químicas intermediárias, evidenciando potência de uso como fertilizante (ROGERI et al., 2016). Sabe-se que a cama de frango é uma boa fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio, e quando manejada adequadamente, pode suprir parcial ou totalmente, o fertilizante químico. No entanto, a composição da cama de frango é influenciada por diversas fatores como a composição da ração, quantidade do material de cobertura do piso do galpão, densidade de alojamento das aves, tipo de substrato de cama, nível de reutilização da cama e características das excretas das aves (FUKAYAMA, 2008).

Segundo Heger et al. (1998), é necessário haver na ração fontes de aminoácidos não essenciais para que seja possível haver máxima utilização de proteína e mínima excreção de nitrogênio. É preciso que os aminoácidos não essenciais sejam fornecidos como uma proporção particular da proteína dietética. Os aminoácidos essenciais suprem apenas cerca de 50% do total de N ingerido pelo animal; assim, essa deve ser a proporção de N advinda de fontes de aminoácidos não essenciais para máxima utilização proteica e mínima excreção nitrogenada. Além disso, segundo os autores, tem sido demonstrado que aminoácidos essenciais não são eficientes em atender as exigências de N não essencial.

A fibra de coco, por outro lado, apresentou os menores teores de nutrientes N, P, Ca e Mg, quando comparado com os demais recipientes. É esperado que fibra de coco apresente menor teor de nutrientes em relação aos outros materiais, pois a fibra possui baixo teor de nutrientes (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002). Porém, os teores de N (11,3 g kg⁻¹), P (0,1 g kg⁻¹), Ca (9,0 g kg⁻¹), Ca (1,27 g kg⁻¹), e Mg (1,9 g kg⁻¹), encontrados na fibra de coco utilizada são relevantes como fatores nutricionais, e certamente contribuíram para o melhor desenvolvimento dos tratamentos onde foram usados. O teor de K foi elevado no recipiente de fibra de coco. Carrijo et al. (2002) destacam que a fibra de coco deve ser usada com cautela como substrato para produção de mudas por apresentar níveis tóxicos de tanino, cloreto de potássio e sódio. No entanto, no nosso estudo não foi constatada nenhuma restrição quanto ao crescimento das mudas em recipientes confeccionados a partir desse resíduo.

3.2. Crescimento de mudas *E. urophylla*

A altura (H) e o diâmetro do coletor (DC) das mudas de eucalipto, aos 75 dias após a repicagem, não foram influenciadas significativamente ($p<0,05$) pelo tipo de recipiente utilizado na produção (Figura 2A e 2B), indicando que os tubetes biodegradáveis não promoveram restrições ao crescimento das mudas.

O crescimento em altura e diâmetro das mudas foi satisfatório, pois todas as mudas ultrapassaram a altura mínima de 15 cm, considerada por Wendling e Dutra (2010) como padrão para mudas de eucalipto aptas ao plantio em campo. Alguns autores, com pesquisas voltadas à produção de mudas de eucalipto via semente, relataram a obtenção de mudas aptas ao plantio com um tempo inferior a 90 dias. Dentre esses pesquisadores relatam-se Barroso et al. (2000) que produziram mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* em blocos prensados, obtendo valores de altura e diâmetro do coletor que permitissem a efetuação do plantio aos 75 dias.

Esses resultados corroborando com resultados encontrados por Dias (2011), que ao comparar o desenvolvimento de mudas de *Paratecoma peroba* (ipê-peroba) produzidas com tubetes biodegradáveis e polietileno evidenciou um bom padrão de qualidade. No entanto, o autor constatou que o volume do tubete a ser utilizado deve ser considerado. Frequentemente, quanto maior o volume dos recipientes maior é a quantidade de água e nutrientes disponíveis

para as mudas, porém, recipientes de maior volume podem elevar os custos de produção das mudas, transporte e distribuição no campo (CARNEIRO, 1995).

Em relação ao acúmulo de matéria seca foliar nas mudas (MSF), o recipiente de fibra de coco proporcionou a maior média ($4,46 \text{ g muda}^{-1}$) sendo superior apenas as mudas do tubete de polipropileno ($3,17 \text{ g muda}^{-1}$). Não houve diferença para o recipiente de composto suíno ($3,74 \text{ g muda}^{-1}$) e cama de frango ($3,84 \text{ g muda}^{-1}$). Analisando o acúmulo de matéria seca de raiz (Figura 2C) das mudas, não houve diferença entre os tratamentos, com intervalo de 0,70 a $0,86 \text{ g muda}^{-1}$. Porém, é importante relatar que parte das raízes ficaram aderidas nos recipientes de resíduos agroindustriais e não foram quantificadas. Ou seja, mesmo com crescimento aéreo próximos, as raízes das mudas de eucalipto foram estimuladas a colonizar os recipientes, o que pode ser uma vantagem durante o estabelecimento em campo.

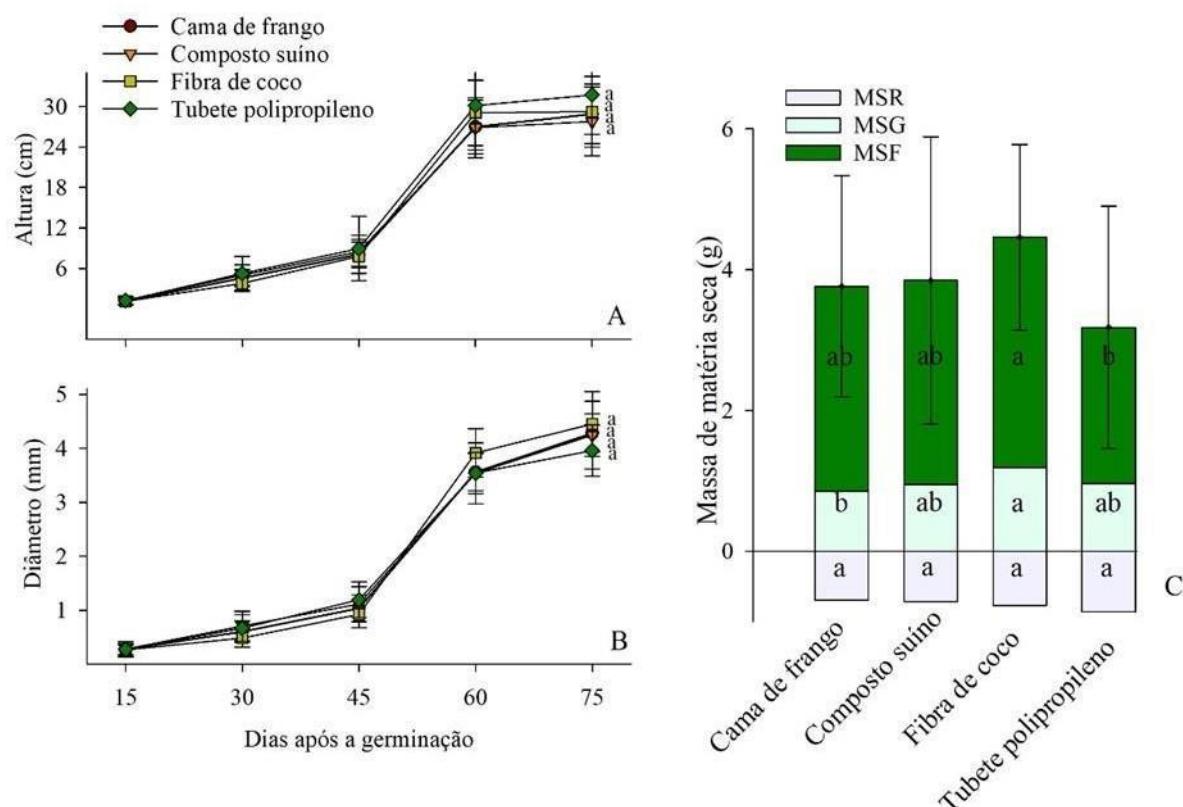


Figura 2. Crescimento em altura (A), diâmetro do coleto (B) e acúmulo de matéria seca em diferentes compartimentos (C), em diferentes idades (A e B), de mudas de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes tipos de recipientes aos 75 dias após a repicagem (A, B e C). MSR - massa de matéria seca de raízes; MSG - massa de matéria seca de galhos; MSF - massa de matéria seca de folhas. Letras iguais após as curvas significam que as médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) quanto ao crescimento em altura e diâmetro 75 dias após a repicagem. Para cada compartimento da planta (MSR, MSG e MSF) letras diferentes, entre tratamentos, significa que estes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foi possível observar essa mesma tendência da MSF para a massa seca de galho (MSG) e massa seca total (MST) aos 75 dias, com o recipiente de fibra de coco se destacando dos demais. A relação altura da parte aérea combinada com o respectivo diâmetro do coleto (H/DC) foi superior nas mudas produzidas em tubetes de polipropileno comparado aos demais recipientes (Tabela 2). Essa relação constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior

resistência e melhor fixação no solo e, por esse motivo, quanto menor for essa variável maior a capacidade de sobrevivência dessa muda no campo (CARNEIRO, 1995). Mesmo com valores inferiores, os recipientes biodegradáveis apresentaram mudas com valores médios (6,63 a 6,75) dentro do intervalo apropriado (5,4 a 8,1) para mudas de eucaliptos, encontrado em literatura pelo mesmo autor. Além disso, relação H/DC deve ser utilizada em conjunto com outros parâmetros, como a relação matéria seca de parte aérea, raízes e como aspectos fitossanitários na determinação do melhor padrão de qualidade das mudas.

Tabela 2. Relações entre variáveis de crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla*, 75 dias após a germinação, sob diferentes tipos de recipiente.

Recipientes	H DC	MSPA MSR	MSF MSG	MSF MSR	MSG MSR	IQD
Cama de frango	6,7 b (0,9)	5,7 a (2,1)	3,5 a (0,8)	4,4 a (1,74)	1,3 a (0,5)	0,3 a (0,07)
Cama de suíno	6,6 b (1,3)	5,4 a (1,1)	3,0 a (0,6)	4,0 a (0,91)	1,3 a (0,2)	0,3 a (0,12)
Fibra de coco	6,7 b (1,5)	6,0 a (1,3)	3,4 a (2,8)	4,4 a (0,8)	1,6 a (0,53)	0,4 a (0,09)
Tubete polipropileno	8,0 a (1,5)	3,7 b (0,5)	2,3 a (0,5)	2,6 b (0,4)	1,1 a (0,20)	0,3 a (0,11)

H/DC- Relação entre altura e diâmetro do coleto; MSPA/MSR – razão das matérias seca de parte aérea matéria seca e das raízes; MSF/MSG – razão da matéria seca de folhas e de galhos; IQD – índice de qualidade de Dickson. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Gomes e Paiva (2006) mencionam que a relação MSPA/MSR é considerada um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas, indicando que 2,0 seria a melhor relação entre os atributos. Esse índice expressa a capacidade de sobrevivências das mudas e, dessa maneira pode induzir a supor que todos os tratamentos do presente estudo alcançaram valores superiores ao indicado, com apenas o tratamento com tubete de polipropileno diferindo dos demais, apresentando menor média (3,78), Tabela 3. Vale mencionar que a avaliação dessa relação para os recipientes biodegradáveis ficou enviesada em função da impossibilidade de extração das raízes entrelassadas ao recipiente, que possui porosidade.

A mesma tendência se repete para a razão MSF/MSR. Os tratamentos com recipientes biodegradáveis foram superiores ao tratamento com tubete de polipropileno. Já nas relações MSF/MSG e MSG/ MSR, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos.

Ao observar o índice de qualidade de Dickson (IQD) constatou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Observou-se que todos os tratamentos proporcionaram valores superiores aos mencionados pelos autores, indicando que as mudas apresentam qualidade para serem plantadas em campo.

Em relação ao índice de área foliar, as mudas produzidas no recipiente de fibra de coco se destacaram com maiores valores médios. Porém, estes foram semelhantes as mudas dos

tratamentos composto suíno e tubete de polipropileno, diferindo apenas as plantas com recipiente composto por cama de frango (Tabela 3).

Tabela 3: Área foliar (AF), teor de clorofila A (CLO_A) e clorofila B (CLO_B) e a matéria seca de folha (MSF) de mudas de *Eucalyptus urophylla*, 75 dias após a germinação, sob diferentes tipos de recipiente.

Tratamento	AF (cm ²)	CLO_A	CLO_B	MSF (g folha ⁻¹)
Cama de frango	354.77 b (79.46)	22.41 b (4.56)	3.99 b (1.11)	0.071 a (0.035)
Composto suíno	445.50 ab (121.57)	22.59 b (5.98)	4.19 ab (1.66)	0.061 a (0.023)
Fibra de coco	475.16 a (124.19)	25.38 ab (4.27)	4.73 ab (1.24)	0.052 a (0.013)
Tubete polipropileno	401.25 ab (175.64)	27.70 a (4.49)	5.48 a (1.47)	0.051 a (0.028)

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

O sistema fotossintético das mudas de *E. urophylla*, aqui apresentado pelos teores foliares da clorofila A e B, foi mais afetado pela cama de frango tendo em vista que os recipientes produzidos a partir desse resíduo apresentaram teores mais baixos desses componentes. Como os teores de nutrientes dos resíduos são em sua maioria intermediários em relação aos demais resíduos (exceção para o K, bem inferior), suspeita-se que de outro fator, como a salinidade do material possa estar influenciando negativamente a assimilação de C das mudas, como também evidenciado por Andrade et al. (2019).

3.3. Nutrição de mudas de *E. urophylla*

Os tratamentos utilizados nesta pesquisa não afetaram negativamente o desenvolvimento das mudas, sendo obtidos mudas aparentemente sadias e sem sintomas de deficiência nutricional. Analisando os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que houve diferenças significativas para a concentração de nutrientes nas folhas das mudas de *E. urophylla*. As mudas produzidas nos tubetes de polipropileno obtiveram os teores de N e Mg superiores, respectivamente, $45,66 \text{ g.kg}^{-1}$ e $13,10 \text{ g.kg}^{-1}$ aos obtidos nos demais tratamentos. Porém, nesse tratamento a concentração de N nas folhas ultrapassaram a faixa ideal de 25 a 38 g.kg^{-1} (DELL et al., 1995). O mesmo ocorreu com o teor de Mg, apresentando os teores acima do limite máximo, $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ a $3,5 \text{ g kg}^{-1}$, em todos os tratamentos (HIGASHI et al., 2000).

Embora o recipiente de composto de suíno tenha apresentado maior riqueza nutricional, essa superioridade não se reverteu em teores mais elevadas nos tecidos foliares de mudas de eucalipto. Apenas os teores de K foram significativamente superiores em plantas crescidas em recipientes de composto suíno, comparativamente aos demais recipientes avaliados. Esses resultados indicam que outros fatores podem estar influenciando a absorção desses nutrientes, como: interação das mudas com a microbiota e, ou xenobioticos oriundos dos sistemas de produção dos animais – suínos e frango e capacidade de retenção de água desses substratos.

Tabela 4: Teor (g. kg⁻¹) de nutrientes das folhas de mudas de *Eucalyptus urophylla* após 75 dias da germinação, sob diferentes tipos de recipientes.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹				
Cama de frango	22,1 c (3,0)	1,8 ab (0,6)	8,4 b (0,6)	4,5 ab (0,8)	8,2 b (1,8)
Composto de suíno	25,3 b (4,53)	2,3 a (0,7)	12,1 a (0,7)	4,6 ab (0,5)	8,5 b (1,1)
Fibra de coco	28,7 b (3,2)	1,7 b (0,5)	8,2 b (0,5)	4,8 a (0,4)	7,7 b (1,0)
Tubete polipropileno	45,6 a (7,8)	2,3 ab (0,8)	9,2 b (0,8)	3,8 b (0,8)	13,1 a (2,9)

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Aparentemente esse efeito deve ter sido reduzido, na medida em que as raízes ultrapassarem as paredes porosas de todos os recipientes biodegradáveis (Figura 3).

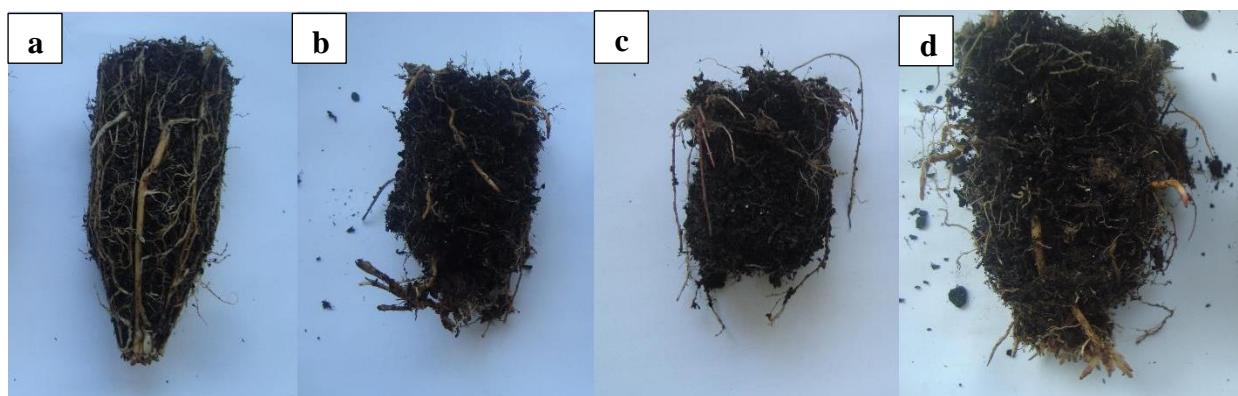


Figura 3. Sistema radicular das mudas de eucalipto em tubete de polipropileno (a), recipiente de composto suíno (b), cama de frango (c) e fibra de coco (d).

As plantas crescidas em recipiente a base de cama de frango e composto suíno apresentaram teores similares de fósforo nas folhas das mudas produzidas em tubetes de polipropileno. As mudas produzidas sob influência da fibra de coco apresentaram menores teores desse nutriente. Isso pode ser explicado devido a característica de elevada permeabilidade do resíduo (GUERRA et al., 2017) e ser pobre em nutrientes (CARRIJO et al., 2002). Porém, como citado anteriormente todos os tratamentos se encontram na faixa ideal para P, o qual se encontra entre 1,5 g kg⁻¹ e 2,0 g.kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000).

Para potássio, a parte aérea das mudas com recipiente composto por cama de suíno obteve maior concentração que os demais tratamentos. No entanto, as mudas produzidas no demais tratamento obtiveram valores adequados. Segundo alguns autores (JESUS et al., 2012; SILVA et al., 2013), os teores de potássio nos tecidos foliares entre 5,00 a 8,50 g.kg⁻¹ obtiveram bons crescimentos para *Eucalyptus*.

Não foram encontradas diferenças significativas nas concentrações de cálcio foliar nas mudas nos diferentes recipientes. A maior média (4,84 g.kg⁻¹) foi obtida nas folhas das mudas produzidas em recipiente de fibra de coco, apesar dessa média não diferir das demais originadas de tecidos foliares de mudas produzidas nos demais recipientes biodegradáveis.

4. CONCLUSÃO

Nas condições que foi realizado o estudo, após 75 dias, as mudas de *E. urophylla* produzidas em recipientes compostos por fibra de coco, ou cama de frango ou por composto suíno têm seu crescimento aéreo e radicular similares àquelas produzidas em tubetes de polipropileno. Há efeito positivo do recipiente feito a partir de composto orgânico na nutrição das mudas de eucalipto, especialmente para o P (composto de suíno e cama de frango), K (cama de frango) e Ca (todos os biodegradáveis).

Aparentemente os recipientes biodegradáveis não apresentam restrição química, nem física ao crescimento das raízes, pois foi observado enraizamento das mudas inclusive dentro dos recipientes. A interação planta-microbiota dos recipientes e substrato, bem como a capacidade de retenção de água devem ser melhor estudadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. R. D. **Bioquímica e ecofisiologia de clones de Eucalyptus submetidos à salinidade do solo na fase inicial de crescimento.** 100f. Tese (Doutorado em Agronomia (produção vegetal)) – Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, Rio Largo, 2019.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. de A.; LELES, P.S. dos S.; MORGADO, I.F. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Revista Árvore**, v.24, n. 3, p.291-296, 2000.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G.de A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p.238 -250, 2000.

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

CAMPINHOS JR.; IKEMORI, Y. K. Nova Técnica para a Produção de Mudas de Essências Florestais. IPEF, n. 23, p. 43-46, 1983.

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.

DELL, B. et al. Nutrient disorders in plantation eucalypts. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Reserch, 1995. 104p

DIAS, B. A. S. **Comparative analysis of biodegradable and polyethylene tubes in seedlings production of *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlm.** 2011. 84 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 11-13, 1960.

FLORES, H.J.M.; MAGAÑA, J.J.G.; ÁVALOS, V.M.C.; GUTIÉREZ, G.O.; VEGA, Y.Y.M. Características morfológicas de plántulas de dos especies forestales tropicales propagadas en contenedores biodegradables y charolas styroblock. **Revista mexicana de ciencias forestales**, v.2, n.8, 2011.

FREITAS, T. A. S., BARROSO, D. G., SOUZA, L. S., CARNEIRO, J. G. A., PAULINO, G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010.

FREITAS, E. C. S. **Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f., *Plathymenia foliolosa* Benth. e *Dipteryx alata* Vogel em resposta à adubação fosfatada e saturação por bases do substrato.** 2013. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008. 96f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GOMES, J. M., LAÉRCIO, C., LEITE, X.A. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 116 p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, p. 309-350, 2005.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

HEGER, J. MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential:total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pig. **British Journal of Nutrition.** v.80, p.537-544, 1998.

HIGASHI, E. N. et al. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de eucaliptos. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal.** v. 1. Piracicaba: IPEF, 2000, p. 191-218.

IATAURO, R. A. **Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes degradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi** [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista; 2004.

JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E. P.; LIMA, V. C.; FERNANDES, L. V. S.; EMANUELLE, M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:201-214, 2012.

MENEGATTI, A.; ARRUDA, G. O. S. F.; NESI, C. N. O adubo de cama de aviário na produção e na qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Scientia Agraria**. v. 18 n. 1, p. 43-49, 2017.

NARAYAN, R. Drivers for biodegradable/ compostable plastics and role of composting in waste management and sustainable agriculture. **Bioprocessing of Solid Waste and Sludge**, v.11, p.1-5, 2001.

OLIVEIRA, P. A.; MARTINS, R. R.; PEDROSO, D.; LIMA, G.J. et al. **Manual de manejo e utilização de dejetos suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 138p. (Documentos, 27).

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. de; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. de. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

ROGERI, D. A., ERNANI, P. R.; MANTOVANI, A.; LOURENCO, K. S. Composition of poultry litter in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 40, p. 1-7, 2016.

SANTIAGO, E. G. R. A.; BECHTLUFFT, M.P. EFEITO DA APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS E FERTILIZANTE MINERAL NO CULTIVO DA ALFACE (*Lactuca sativa. L.*). **Synthesis Revista Digital FAPAM**, v.2, n.2, 158-166, 2010.

SILVA, R. F.; EITELWEIN, M. T.; CHERUBIN, M. R.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S.; PINHEIRO, R. R. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, v.24, n.3, p.609-619, 2014.

SILVA, P. H. M.; POGIANI, F.; LIBARDI, P. L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, 301:67-68, 2012.

SILVA, C. M.; DE FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **Connection line**, n. 12, p. 44-59, 2015.

VASCONCELLOS, C.H.F. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 63, n. 3, p. 659-669, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. A.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, n.º 5).

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Acid digestion of sediments, sludges, and soils. EPA method 3050B. 12p. 1996.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto por sementes.** In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p. 13 - 47.

CAPÍTULO II

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE EM
RECIPIENTES À BASE DE RESÍDUOS AGROINDÚSTRIAIS APÓS O PLANTIO**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de *Eucalyptus urophylla* produzidas em recipientes biodegradáveis compostos por resíduos agroindustriais, durante a fase inicial de campo, após transplantio. As mudas foram formadas nos diferentes recipientes (Capítulo 1), e submetidas a experimento sob delineamento inteiramente causalizado, composto por quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 mudas. Os tratamentos correspondem aos recipientes: fibra de coco (RFC), composto suíno (RCS), cama de frango (RCF) e tubete de polipropileno (TP). As mudas foram inseridas juntamente com os recipientes biodegradáveis em vasos de 12L de capacidade preenchido com uma amostra da camada superficial de Planossolo Háplico e adubado. Aos 90 dias, foram avaliadas as características morfológicas das mudas (altura H e diâmetro do coleto DC), além da matéria seca da parte aérea (MSPA); matéria seca das raízes (MSR); número de folhas (NF) e área foliar (AF). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de comparação múltiplas. Os recipientes produzidos a partir da fibra de coco, da cama de frango e do composto de resíduos da suinocultura têm seu desenvolvimento aéreo e radicular similares àquelas produzidas em tubetes de polipropileno. As médias dos atributos de crescimento inicial das mudas de *E. urophylla* foram semelhantes nos quatro tipos de recipiente. Conclui-se que a produção de mudas de *E. urophylla* em recipientes biodegradáveis feito a partir de resíduos agroindústrias é uma alternativa promissora ao agronegócio florestal na dimensão ambiental, pois reciclam resíduos da agroindústria e substituem tubetes plástico. Estudos da viabilidade econômica devem ser complementares àqueles de avaliação do desenvolvimento em longo prazo das árvores produzidas a partir de tubetes de resíduos da agroindústria.

Palavras-chave: Cama de Frango, composto suíno, fibra de coco e tubetes.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the growth of *Eucalyptus urophylla* produced in biodegradable containers composed of agro-industrial waste, during the initial field phase. The seedlings were formed in different containers (Chapter 1), under a completely causalized experimental design, composed by four treatments, with six replications, totalizing 24 seedlings. The treatments correspond to the containers: coconut fiber (RFC), pig compound (RCS), chicken litter (RCF) and polypropylene tube (TP). The seedlings were inserted together with the biodegradable containers in 12L pots filled with a sample of superficial Planossolo Háplico layer. At 90 days, the morphological characteristics of the seedlings (height H and diameter of the DC collection) were evaluated, in addition to the dry matter of the aerial part MSPA; dry matter of the MSR roots; number of NC sheets; leaf area AF). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and multiple comparison test. Containers produced from coconut fiber, poultry litter and swine waste compost have their above and belowground development similar to those produced in polypropylene tubes. The initial growth of *E. urophylla* seedlings were similar in the four types of container. Was concluded that the production of *E. urophylla* seedlings in biodegradable containers made from agro-industrial waste is an appropriate alternative to forestry agribusiness in environmental dimensions, since they recycle waste from agribusiness and replace plastic tubes. Economic feasibility studies must be complementary, as well as the long-term evaluation of plant growth.

Key words: Chicken bed, composed of cotton, coconut fiber and tubes.

6. INTRODUÇÃO

Um dos fatores prioritários para o sucesso na implantação de um povoamento florestal é a utilização de mudas de qualidade. A qualidade das mudas tem influência na tolerância aos estresses ambientais em campo, na sobrevivência, no crescimento inicial e na produtividade do povoamento (CARNEIRO, 1995; GONÇALVES et al., 2005; DIAS, 2011).

A produção de mudas em recipiente é o sistema mais utilizado, pois permite a melhor qualidade, devido ao controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio (GOMES et al., 2003).

Atualmente, a produção de mudas de eucalipto é feita em tubetes de polipropileno, o que permitiu a produção de mudas em larga escala, em função da possibilidade de mecanização. Entretanto, o pequeno volume desses recipientes pode causar restrições ao sistema radicular das mudas, dependendo do tempo de estocagem no viveiro, o que limita o seu crescimento e desenvolvimento, com redução da área foliar, altura e produção de biomassa (REIS et al., 1989; TOWNEND & DICKINSON, 1995; BARROSO et al., 2000). Além disso deformações nas raízes tendem a continuar após o plantio (MATTEI, 1993; NOVAES, 1998; BARROSO et al., 2000). O uso do recipiente inadequado é a causa mais comum de malformação no sistema radicular das mudas no viveiro (MAFIA et al., 2005; GOMES & PAIVA, 2006).

A malformação 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 e, ou, nutricional, em consequência do desequilíbrio entre raiz e parte aérea. Esse problema está geralmente associado à deformação do sistema radicular de mudas na fase de viveiro ou no ato do plantio, à falta de adaptação da espécie para a região e aos plantios em solos compactados e, ou, sujeitos ao encharcamento (ALFENAS et al., 2004).

Apesar dos pontos negativos, as vantagens dos tubetes justificam a sua utilização nas empresas florestais que necessitam produzir grandes quantidades de mudas em menor tempo, com relativo baixo custo e no padrão de qualidade exigido, além do fato de a mecanização do processo de produção de mudas ser uma exigência econômica (GOMES et al., 2003).

Grande parte das desvantagens causadas pelos tubetes de polipropileno, pode ser solucionada com uso de recipiente biodegradáveis, que permita a muda ser plantada juntamente com o recipiente no campo. Ainda contribui com o aproveitamento de resíduos vegetais e dejetos animais, cujo descarte gera impactos negativo ao meio ambiente, entretanto, quando devidamente tratados, são importantes fontes de nutrientes para adubação orgânica (MENEGATTI et al., 2017).

O uso desses resíduos como fonte de matéria prima para os recipientes biodegradáveis pode promover melhoria na fertilidade ao redor da muda, e consequentemente o crescimento das mesmas, além de ser uma boa alternativa para os problemas ambientais causados pelo acúmulo excessivo de determinados elementos, como P e N, em ambientes próximos a agroindústrias geradoras desses resíduos. Alguns trabalhos de pesquisa apontam a utilização de recipientes biodegradáveis como uma boa alternativa para a produção de mudas (IATAURO, 2001; IATAURO; 2004; FERRAZ et al., 2015; GERRA et al., 2017), e é nesse sentido que este trabalho se desenvolve como objetivo avaliar o crescimento *E. urophylla* produzidas em recipientes feitos a partir de resíduos agroindustriais, durante a fase de simulação de campo.

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1 Caracterização da região e da área experimental

O experimento foi instalado no campo experimental do Instituto de Agronomia, localizado no município de Seropédica, RJ, nas coordenadas (22°45'34.1"S; 43°41'49.8"O). O clima, segundo Köopen é do tipo Aw, com inverno seco e verão quente e chuvoso. As médias mensais da temperatura mais baixa e mais alta são 20° e 29°C, respectivamente, com precipitação anual em torno de 1.250 mm (MATOS et al., 1998).

De acordo com dados coletados na estação meteorológica do INMET em Seropédica, durante a condução do estudo (julho de 2019 a outubro de 2019) a precipitação acumulada foi equivalente 174 mm. A temperatura máxima foi de 40,3 °C, enquanto a mínima foi de 10,9 °C.

Foram utilizadas mudas de *E. urophylla* produzidas em casa de vegetação, na primeira fase do experimento descrita no capítulo I. Essas mudas passaram por um processo seleção na fase de rustificação quanto à uniformidade e ausência de qualquer tipo de injúria.

As mudas com idade de 75 dias após a repicagem foram transplantadas para vasos de 12 litros, sendo seis mudas de cada tratamento para simulação de um plantio em campo. As mudas foram inseridas juntamente com os recipientes de origem, exceto as mudas produzidas nos tubetes de polipropileno tiveram os tubetes retirados no momento do plantio.

Como solo foi usado uma mistura de Planossolo Háplico com lodo de esgoto, na proporção 9:1. Após ser homogeneizado, foram colocados 20 kg de dessa mistura em cada vaso. A análise química do substrato utilizado apresentou os resultados: pH = 5,3; P = 2,3; K⁺ = 21 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 0,37 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,09 cmol_c dm⁻³; H + Al = 1,49 cmol_c dm⁻³; CTC = 2 cmol_c dm⁻³ e teor de matéria orgânica de 36 dag kg⁻¹. Foi realizado fertilização de base de 100 g por vaso de superfosfato simples aplicadas em covetas laterais à 10 cm da muda.

O experimento em vaso seguiu o mesmo delineamento da produção de mudas, delineamento inteiramente causalizado, composto por quatro tipos de recipientes (RFC- recipiente de fibra de coco, RCS- recipiente de composto suíno, RCF- recipiente de cama de frango, TP- tubete de polipropileno), e seis repetições, num total de 24 mudas. Os vasos foram mantidos espaçados e a pleno sol durante o período do experimento e foram irrigados manualmente uma vez por dia.

7.2 Avaliações

No momento do replantio das mudas foram realizadas medições de altura da parte aérea (H) e do diâmetro do coletor (DC), com auxílio de régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. As avaliações de altura foram repetidas a cada 30 dias. Aos 90 dias, após o plantio em vaso, foi finalizado o experimento.

As mudas utilizadas para avaliação dos parâmetros morfológicos sofreram uma lavagem cuidadosa do sistema radicular, visando a retirada do substrato aderido às raízes. Posteriormente, foi efetuada a separação da parte aérea e do sistema radicular, visando realizar as medições de altura da parte aérea e do diâmetro de colo finais.

Em seguida, a parte aérea foi levada para o Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamento, no instituto de floresta, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo retiradas todas as folhas, para posterior contagem de número de folhas e estas foram passadas em medidor de área foliar (AF) de bancada LICOR-3600. A parte aérea das arbóreas, formada por caule, galho e folhas foram acondicionadas em sacos de papel. O sistema radicular das mudas e os recipientes biodegradáveis, foram fotografadas, sendo realizada análise qualitativa da decomposição. Foi realizado uma observação visual dos recipientes biodegradáveis visando obter o estágio de decomposição, adotando como critério a presença de

fissura e perda de substrato. Para ser possível observar o recipiente biodegradáveis as raízes laterais foram cortadas e colocadas separadamente em sacos de papel.

A parte aérea e o sistema radicular foram secos em estufa de circulação de ar forçada a 45°C, até atingirem massa constante. Após pesagem em balança analítica, foram obtidas as massas de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR), de galhos (MSG) e de folhas (MSF).

7.3 Análises estatísticas

Os dados de experimentais foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância de Bartlett e os resíduos tiveram a normalidade testada pelo teste Shapiro-wik. Em seguida, realizou a análise de variância (ANOVA) e ao verificar diferença significativa, pelo teste F a 5% de probabilidade, foi aplicado o teste de média (Teste de Tukey a 5% de probabilidade).

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Crescimento de mudas *E. urophylla* no campo

Não houve diferença significativa na altura e diâmetro das mudas no campo, ao final de 90 dias (Figura 4A e 4B). A média das alturas foram de 72,2 cm, 70,0 cm, 69,8 cm e 68,8 cm, nos tratamentos com recipiente de composto suíno, tubete de polipropileno, recipiente de fibra de coco e cama de frango, respectivamente

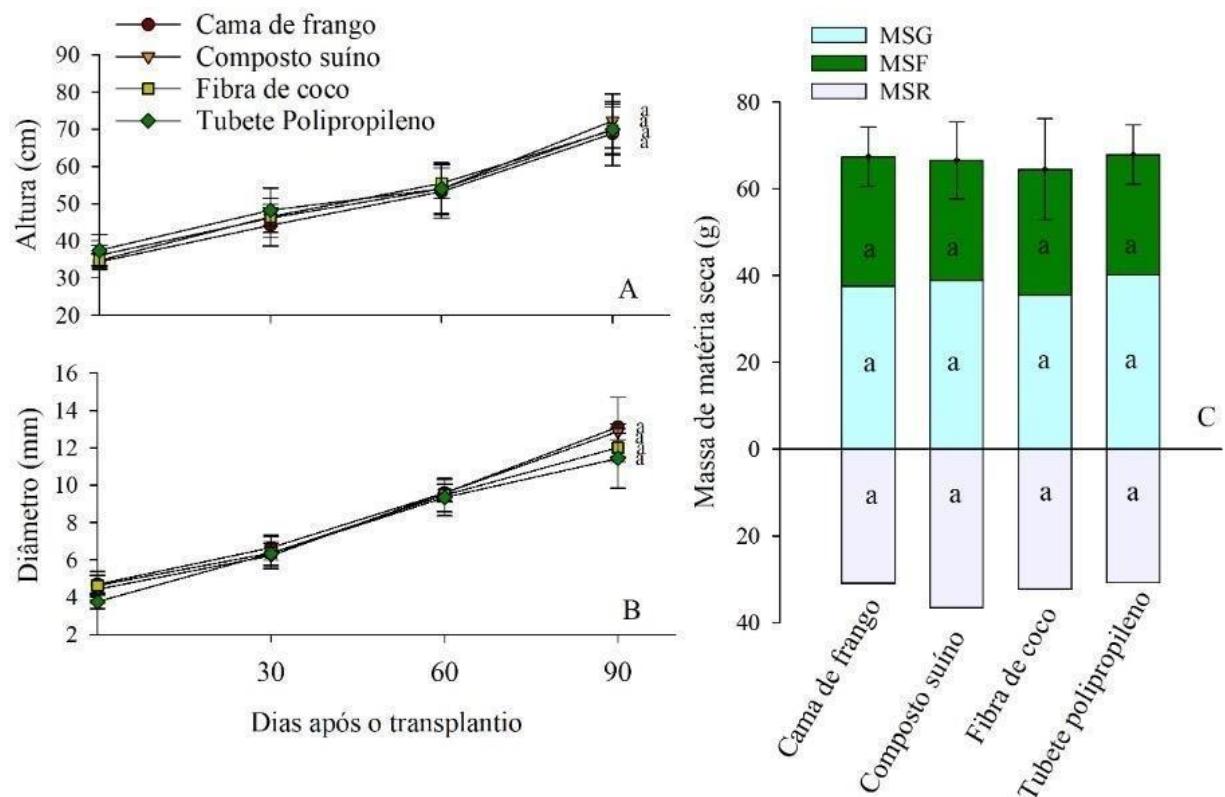


Figura 4. Crescimento em altura (A) e diâmetro do coletor (B) em diferentes idades, e acúmulo de matéria seca (C), de mudas de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes tipos de recipientes aos 90 dias após o replantio. MSF- massa de matéria seca de folhas; MSG- massa seca de galhos e MSR- massa seca de raízes. Letras iguais após as curvas significam que as médias dos tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Vale destacar que as mudas de *Eucalyptus* no momento da expedição para o campo tiveram o crescimento em H e DC superior ao mínimo de 15 cm de altura e diâmetro do coletor maior que 2,0 mm estabelecido por Wendling e Dutra (2010) como ideais para mudas de eucalipto.

Lopes et al. (2014), estudando o crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla* em blocos prensados e em tubetes, observaram, que as mudas nos blocos prensados apresentaram desenvolvimento em altura semelhante das produzidas em tubetes de polipropileno. O mesmo foi observado nesse estudo, o tubete de polipropileno obteve crescimento semelhante aos demais recipientes a base de resíduo agroindustrial. Esse resultado não foi compatível aos encontrados por Morgado et al. (2000) que observaram, aos 90 dias após o plantio, médias de altura de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas tubetes, inferiores as produzidas em sistema de blocos prensados.

Neste contexto, Freitas et al. (2006) observaram que as diferenças em função do sistema de produção de mudas, em tubetes de 50 cm³ e blocos prensados, são reduzidas ao longo do tempo, o que pressupõe que os dois métodos de produção são adequados para a produção de mudas de espécies florestais. Resultado semelhantes foram encontrados por Lopes et al. (2014) que observou que a médias de altura da parte aérea e do diâmetro ao nível do solo das mudas de *Eucalyptus urophylla* oriundas de blocos prensados e dos tubetes de 50 cm³ foram superiores às encontradas para mudas produzidas em tubetes de 35cm³.

Em condição de campo, Barroso et al. (2000), analisando o efeito de recipientes sobre o desempenho de mudas de *Eucalyptus urophylla* relataram que as deformações causadas pelos recipientes de paredes rígidas e de pequenas dimensões persistiram após o plantio, comprometendo o desenvolvimento inicial das mudas no campo. No recipiente composto por resíduo agroindustrial foi possível notar visualmente que o recipiente não danificou as raízes.

Fonseca (2012) avaliando a influência do tamanho de tubetes na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. robusta* e *Corymbia citriodora*, no viveiro e em simulação de campo, observou que o maior crescimento em altura nas mudas do tubetes de 55 cm³ após o plantio no campo. Esse comportamento pode ser explicado devido as mudas terem sido mantidas em crescimento restrito, e ao serem transplantadas para um ambiente mais espaçoso, contaram com uma maior quantidade de nutrientes e água disponíveis que foram convertidos em desenvolvimento e ganho de biomassa.

Corroborando com os resultados encontrados, Barroso et al. (2000), reportam que as diferenças em altura e diâmetro das mudas implantadas no campo possam diminuir ao longo do tempo, o melhor desenvolvimento inicial permite que as mudas saiam rapidamente da competição com as daninhas, reduzindo os custos de manutenção dos plantios florestais.

Santos (2018), avaliando produção de mudas de *Eucalyptus spp.* em sistema de Ellepot em comparação com o sistema convencional em tubete de plástico, relatou resultados positivos obtidos com uso de recipientes biodegradáveis, devido às melhores condições proporcionadas pelas suas paredes, constituídas de películas de celulose, que permitem a livre passagem de grande parte das raízes, sem causar confinamentos, permitindo-lhes, nos primeiros meses do plantio, seguir o seu crescimento natural, com distribuição espacial uniforme e maior concentração na porção superior do solo, condições essas que, provavelmente, tenham contribuído para uma boa performance no campo, após o plantio.

Ao analisar a massa da matéria seca do sistema radicular observou-se que não houve diferença significativa dos recipientes (Figura 4C). No entanto, foi observado visualmente, que as mudas produzidas nos recipientes biodegradáveis apresentaram maior quantidade de raízes finas, havendo uma pequena superioridade nas mudas crescidas em tubetes de composto suíno.

A quantidade de raízes finas no sistema radicular é um dos fatores que podem interferir no desempenho inicial das mudas no campo, uma vez que mudas que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores

taxas de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio (FREITAS et al., 2005). Apesar de desempenharem funções importantes, as raízes finas apresentaram pouca contribuição para matéria seca das raízes, pois partes delas permaneceram entrelaçadas aos recipientes biodegradáveis não puderam ser contabilizadas.

Ao analisar a massa de matéria seca dos diferentes componentes vegetais verificou-se que a mesma tendência se manteve, não havendo influência do tipo de recipiente em nenhum parâmetro avaliado (Figura 4C). O uso de recipiente de mesmo volume e a permeabilidade do sistema radicular na parede dos recipientes biodegradáveis pode ter permitido que o sistema radicular da muda obtivesse maior espaço para o desenvolvimento e exploração do substrato permitindo assim maior absorção de água e nutrientes pelas raízes, o que influencia de forma direta no crescimento das mudas em altura, diâmetro e nas variáveis da massa de matéria seca das mudas.

A MSPA das mudas de *Eucalyptus* apresentou valores que variam de 64,48 g muda⁻¹ a 67,87g muda⁻¹. Em média os valores de matéria seca total (MST) foram de 103,14 g muda⁻¹ a 96,82 g muda⁻¹. Observou-se que o tipo de recipiente não interferiu no ganho de matéria seca da parte aérea e raiz, fator importante para a sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas após o plantio. De acordo com Gomes e Paiva (2006) o peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular indica a rusticidade e correlaciona-se diretamente com a sobrevivência e o desempenho inicial das mudas após o plantio no campo.

Foi observado que não houve diferença significativa em função a área foliar avaliada aos 90 dias após o plantio (Tabela 5).

Tabela 5. Área foliar (AF) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, 90 dias após a plantio em vaso, sob diferentes tipos de recipiente.

Tratamento	AF
Cama de frango	4861,1 a (483,9)
Cama de suíno	4919,0 a (746,9)
Fibra de coco	5043,3 a (660,3)
Tubete polipropileno	4885,4 a (653,1)

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Números entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

Foi observado poucas deformações e flacidez dos recipientes biodegradáveis, ocorrendo pouca perda de forma em comparação ao estado seco. Isso indica que os recipientes RCS e RCF mantiveram boa parte de sua integridade durante os 90 dias no campo, obtendo o índice 2. Foi possível observar visualmente que o recipiente RFC perdeu o formato em comparação ao início do experimento, recebendo o índice 3 (Figura 5). Vale ressaltar que as raízes laterais foram cortadas para ser possível a visualização dos recipientes biodegradáveis.



Figura 5. Recipiente biodegradáveis sem nenhuma fissura. RCS- Recipiente de composto suíno, RCF- recipiente de cama de frango e RFC- recipiente de fibra de coco.

Observou que apesar de não haver diferença no desenvolvimento do sistema radicular nos diferentes recipientes, o recipiente de composto suíno obteve melhor distribuição, conforme visto na Figura 6. Não foi observado nenhuma restrição nos diferentes recipientes, fato comprovado com o desenvolvimento da muda semelhante ao tubete de polipropileno.



Figura 6. Sistema radicular das mudas de *Eucalyptus urophylla*. RCS- Recipiente de composto suíno, RCF- recipiente de cama de frango e RFC- recipiente de fibra de coco.

9. CONCLUSÃO

Os recipientes produzidos a partir de composto suíno, cama de frango e fibra de coco permitiram que mudas de *Eucalyptus urophylla* crescessem em condições de campo (simulação) semelhante ao tubete de polipropileno.

Não houve restrição ao crescimento radicular após transplantio de mudas recipiente feito a partir de resíduos agroindustriais.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C, ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. de A.; LELES, P.S. dos S.; MORGADO, I.F. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* ST Blake. Revista Árvore, v.24, n. 3, p.291-296, 2000.

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

DIAS, B. A. S. Comparative analysis of biodegradable and polyethylene tubes in seedlings production of Paratecoma peroba (Record & Mell) Kuhlm. 2011. 84 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal; Meio Ambiente e Conservação da Natureza; Silvicultura; Tecnologia e Utilização de) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. Revista Árvore, Viçosa, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. de A.; PENCHEL, R. M.; FIGUEIREDO, F.A.M.M. de A. Mudas de eucalipto produzidas a partir de mini estacas em diferentes recipientes e substratos. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 519-528, 2006.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, Tupã-SP, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

FONSECA, M. D. S. Influência do tamanho do recipiente na qualidade de mudas de três espécies de eucalipto. Trabalho de conclusão de curso; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 116 p.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. Revista Árvore, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 309-350, 2005.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

IATAURO, R. A. Avaliação de tubetes biodegradáveis para a produção e o acondicionamento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. 2001. 33 p. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2001.

IATAURO, R. A. Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira-*Schinus terebinthifolius* Raddi. 2004. 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP, 2004.

LOPES, E. D. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo. Vitória da Conquista-BA: UESB, 2005, 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. de. Desempenho no campo de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citriodora* produzidas em diferentes recipientes. *Floresta*, Curitiba-PR, v. 44, n. 4, p. 589-596, 2014.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; SIQUEIRA, L.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 947 - 953, 2005.

MATOS, C. C. L. et al. Boletim agrometeorológico. *Revista Floresta e Ambiente*, v.5, n.1, p.208-215, 1998.

MATTEI, V. L. Comparação entre semeadura direta e plantio de mudas produzidas em tubetes, na implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) –Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

MENEGATTI, A.; ARRUDA, G. O. S. F.; NESI, C. N. O adubo de cama de aviário na produção e na qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Revista Scientia Agraria*. v. 18 n. 1, p. 43-49, 2017.

MORGADO, I.F.; CARNEIRO, J. G. de A.; LELES, P. S. dos S.; BARROSO, D.G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex. Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*, v.24, n.1, p.27-33, 2000.

NOVAES, A. B. de. Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes. 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

REIS, G.G., REIS, M.G.F., MAESTRI, M., XAVIER, A., OLIVEIRA, L.M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* spp, sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore*, v.13, n.1, p.1-18, 1989.

SANTOS, R. A. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. produzidas nos sistemas Ellepot® e tubetes. 2018. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2018.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de eucalipto por sementes. In: Produção de mudas de eucalipto. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2010. p.13-47.