



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

**RODRIGO FERREIRA GOMES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUÇÃO E PLANTIO DE MUDAS DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS PRODUZIDAS EM TUBETES E SACOS PLÁSTICOS**

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
DEZEMBRO – 2020



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

**RODRIGO FERREIRA GOMES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUÇÃO E PLANTIO DE MUDAS DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS PRODUZIDAS EM TUBETES E SACOS PLÁSTICOS**

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

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
DEZEMBRO – 2020

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PRODUÇÃO E PLANTIO DE MUDAS DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS PRODUZIDAS EM TUBETES E SACOS PLÁSTICOS**

**RODRIGO FERREIRA GOMES**

APROVADA em 09/12/20

BANCA EXAMINADORA

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

Eng. Dr. Gustavo Wyse Abaurre - UFRRJ  
Membro

Prof. Dr. José Carlos Arthur Júnior – UFRRJ  
Membro

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus,  
pois sem fé nada seria possível.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo aprendizado e oportunidades vivenciados até hoje em minha vida.

Aos meus avós, minha mãe Rosana e meu pai Duplar por sempre estarem comigo tanto em momentos de felicidade como de apoio e por me incentivarem a atingir meus objetivos.

Ao meu irmão Thiago, que mesmo de longe está perto, acompanhando toda minha trajetória de vida.

À minha namorada Gabriela por me permitir ser uma pessoa melhor a cada dia e que foi crucial para minha evolução pessoal.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me tirar da zona de conforto e contribuir pelos ensinamentos de vida.

Ao meu orientador, Prof. Paulo Leles, pela paciência e apoio durante toda trajetória no laboratório e por acreditar no meu potencial.

À Flora Júnior por me obrigar a “pensar fora da caixa”, pelos inúmeros ensinamentos e por me provar que podemos realizar tudo o que queremos, basta confiar e “lutar” (muito!).

Aos amigos que fiz na Universidade, em especial à turma 2016.1, pelos “grandes” momentos juntos.

Aos amigos de infância por todos os momentos vividos juntos que ajudaram a me tornar a pessoa que sou hoje.

À equipe do LAPER (Laboratório de Pesquisas e Estudos em Reflorestamento) pela confiança e cooperação nos trabalhos em equipe.

À Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA), pela parceria em todas as etapas do projeto que garantiu o êxito deste experimento.

Aos membros da Banca Examinadora José Carlos, Gustavo Wyse e ao suplente Jorge Alonso, pelas considerações feitas no trabalho.

Ao CNPq/ PIBIC, pela concessão da bolsa para meu projeto de pesquisa realizado junto ao LAPER.

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho indicar o recipiente mais adequado para produção de mudas de *Ceiba speciosa*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Schinus terebinthifolia* e *Rapanea ferruginea*, com base no crescimento das mudas, estudo de tempo e movimento e comportamento das plantas após o plantio. O estudo foi desenvolvido utilizando tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e sacos plásticos de 1.200 cm<sup>3</sup> que consistiram na produção das mudas, simulação de logística de transporte do viveiro para o campo, estudos de tempo e movimento na operação de plantio e avaliações de campo até 12 meses após o plantio. As avaliações na fase de viveiro consistiram em mensurar altura da parte aérea e o diâmetro do coleto das mudas aos 90, 112 e 135 dias após a semeadura. As mudas das quatro espécies produzidas em sacos plásticos apresentaram altura significativamente superior ( $P \geq 0,95$ ) que de tubetes. Para diâmetro do coleto, diferenças significativas foram observadas apenas para *S. terebinthifolia* e *E. contortisiliquum*. Pela simulação de transporte verificou-se que o peso médio das mudas provenientes do saco plástico é 3,4 vezes superior em comparação com as produzidas em tubetes, sendo possível transportar cerca de 3 vezes mais mudas de tubete em caminhão de 13,2 m<sup>2</sup>. O estudo de tempo e movimento foi realizado em área de topografia suave a ondulada. Foram realizadas 4 repetições de cada atividade para ambos recipientes. Constatou-se que as mudas de sacos plásticos demandariam aproximadamente 72% a mais de tempo do que as de tubete para realizar as atividades mensuradas em 1 hectare com 2.500 mudas a serem plantadas. Para a fase de campo, foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com quatro blocos sendo cada bloco composto por 4 linhas de plantio, duas com tubetes e duas com saco plástico. O plantio foi realizado com espaçamento de 2 m x 2 m. Constatou-se que aos 12 meses após o plantio em campo houve diferenças estatísticas em altura para *E.*

*contortisiliquum* e *R. ferruginea*. Para a variável diâmetro, apenas para *R. ferruginea* os dados foram significativos ( $P > 0,95$ ). Observou-se que os valores de altura e diâmetro foram superiores nas mudas produzidas em saco plástico, porém a taxa de sobrevivência foi inferior para todas as espécies avaliadas aos 12 meses após o plantio. Para as condições em que foi realizado o experimento, recomenda-se a utilização do tubete 280 cm<sup>3</sup> como recipiente para a produção das mudas florestais avaliadas neste trabalho.

**Palavras-chave:** Recipientes; Rendimentos operacionais; Restauração florestal; Mata Atlântica; Qualidade de mudas

## ABSTRACT

The objective of this work was to indicate the most suitable container for the production of *Ceiba speciosa*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Schinus terebinthifolia* and *Rapanea ferruginea* seedlings, based on seedling growth, time and movement study and plant behavior after planting. The study was carried out using tubes of 280 cm<sup>3</sup> and plastic bags of 1.200 cm<sup>3</sup> that consisted of seedling production, simulation of transport logistics from the nursery to the field, time and movement studies in the planting operation and field evaluations up to 12 months after planting. The evaluations in the nursery phase consisted of measuring the height of the aerial part and the collar diameter of the seedling at 90, 112 and 135 days after sowing. The seedlings of the four species produced in plastic bags had a significantly higher height ( $P \geq 0.95$ ) than that of tubes. For the collar diameter, significant differences were observed only for *S. terebinthifolia* and *E. contortisiliquum*. The transport simulation showed that the average weight of seedlings from the plastic bag is 3,4 times higher compared to those produced in tubes, being possible to transport about 3 times more seedlings in a 13,2 m<sup>2</sup> truck. The study of time and movement was carried out in an area of smooth to undulating topography. Four repetitions of each activity were performed for both recipients. It was found that the plastic bag seedlings would require approximately 72% more time than the seedlings to carry out the activities measured in 1 hectare with 2.500 seedlings to be planted. For the field phase, a randomized block design was adopted, with four blocks, each block consisting of 4 planting lines, two with tubes and two with plastic bags. Planting was carried out with 2 m x 2 m spacing. It was found that at 12 months after planting in the field there were statistical differences in height for *E. contortisiliquum* and *R. ferruginea*. For the diameter variable, only for *R. ferruginea* the data were significant ( $P > 0.95$ ). It was observed that the values of height and diameter were higher in seedlings produced in plastic bags, but the survival rate was lower for all species evaluated at 12 months after planting. For the conditions in which the experiment was carried out, it is recommended to use the 280 cm<sup>3</sup> tube as a container for the production of forest seedlings evaluated in this work.

**Keywords:** Containers; Operational yield; Forest restoration; Atlantic forest; Seedling quality

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
2.1 Recipientes para produção de mudas florestais .....	2
2.2 Tempo e movimento.....	3
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	3
3.1 Fase de viveiro .....	4
3.2 Logística de transporte das mudas para o campo.....	5
3.3 Estudos de tempo e movimento na operação de plantio.....	5
3.4 Fase de campo.....	6
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	7
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	12
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	12
<b>ANEXOS</b> .....	17

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Peso médio, carga de caminhão e quantidade em transporte de mudas arbóreas oriundas de dois recipientes .....	9
Tabela 2: Tempo médio, em minutos, para atividades de plantio de mudas arbóreas oriundas de dois recipientes e cálculo de tempo total para plantio em um hectare .....	10

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Demarcação da área e do trajeto de transporte das mudas, onde foi realizado o experimento situado no município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro. .... 6
- Figura 2: Arranjo experimental em blocos casualizados. .... 7
- Figura 3: Diâmetro do coleto aos 135 dias após a semeadura e altura da parte aérea em três épocas após semeadura de mudas de quatro espécies arbóreas produzidas em sacos plásticos de 1.200 cm<sup>3</sup> (SP) e em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (TB). \* indicam que os tratamentos diferem entre si a 5% pelo teste t de amostras independentes. Barras indicam desvio padrão aos 135 dias.....8
- Figura 4: Crescimento em altura em duas épocas após plantio, sobrevivência e diâmetro do coleto aos 12 meses após plantio, de quatro espécies arbóreas produzidas em sacos plásticos de 1.200 cm<sup>3</sup> (SP) e em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (TB). \* indicam que os tratamentos diferem entre si a 5% pelo teste t de amostras independentes e as barras desvio padrão, aos 12 meses após plantio .....11

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, houve uma devastação considerável de florestas nativas devido aos processos de crescimento de cidades, construção de estradas, atividades agropecuárias, dentre outras ações antrópicas, aumentando a necessidade de iniciativas que promovam a recuperação e preservação desses ambientes. Com isso, faz-se necessário investir em projetos de restauração florestal, o que resulta em aumento na demanda por produção de mudas de espécies arbóreas nativas, adaptadas às condições inerentes aos locais de plantio, com qualidade e preços competitivos.

Entre os fatores que influenciam na qualidade de mudas de espécies florestais, destaca-se o recipiente utilizado. Segundo Carneiro (1995), os recipientes devem conter substrato a fim de promover o crescimento das mudas; proporcionar boa formação do sistema radicular, proteger as raízes de danos mecânicos e da desidratação; e assim contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial no campo. Devem também apresentar dimensões uniformes, facilmente manuseáveis no viveiro, no transporte e no plantio; possibilitar a mecanização das operações de enchimento, semeadura no viveiro e plantio no campo.

Para escolha do recipiente mais adequado não deve ser considerado apenas quantidade de mudas produzidas e o tempo que permanecerão no viveiro (SILVA, 2007), mas também as condições intrínsecas ao local do plantio, o custo com transporte das mudas até o local, a mão de obra envolvida e os rendimentos operacionais nas atividades de plantio.

Até a década de 1980, os recipientes mais utilizados para produção de mudas de espécies florestais eram os sacos plásticos. No entanto, com a crescente demanda por mudas arbóreas e necessidade de automação das operações, o uso desse recipiente foi diminuindo e, a utilização de tubetes foi se tornando cada vez mais comum, que predominam, sobretudo, na produção de mudas das espécies do gênero eucalyptus e pinus no Brasil (LISBOA et al., 2012).

Embora a utilização do tubete tenha aumentado, o saco plástico continua sendo o recipiente predominante para produção de mudas para restauração florestal no estado do Rio de Janeiro. Dados da Secretaria Estadual de Ambiente (SEA-RJ, 2010) mostram, que em 2010, e provavelmente se manteve, cerca de 90% das mudas produzidas são provenientes de sacos plásticos, evidenciando que os tubetes ainda são pouco utilizados, indicando a necessidade de mais estudos e logística do uso destes em transporte e plantio no campo. Isso ocorre devido aos viveiros serem, em grande parte, de pequeno a médio porte (ALONSO, 2013), e os sacos plásticos terem menor preço de aquisição do que os tubetes, além de ser preciso alterar o manejo de produção das mudas, ao usar os tubetes plásticos (DAVIDE et al., 2015) e investir em mais estruturas de apoio ao tubete.

Ambos os recipientes apresentam potenciais vantagens e desvantagens em sua utilização para diversos fins. De acordo com Davide et al. (2015), os tubetes apresentam vantagens em relação aos sacos plásticos pela facilidade das operações, possibilidade de mecanização e, conseqüentemente, menor quantidade de mão de obra, além de ocupar menor área do viveiro, garantindo otimização de espaço, capacidade produtiva e a redução dos custos de transporte das mudas para o campo. Além disso, as estrias existentes no interior dos tubetes dificultam o enovelamento radicular das mudas, auxiliando na qualidade e crescimento em campo. No entanto, a utilização dos sacos plásticos também é importante, sobretudo na produção de mudas por pequenos produtores (STURION e ANTUNES, 2000), pelo fato de requerer menor investimento em infraestrutura, possibilitar a utilização de solo como substrato, além de produzir mudas de maior altura em menor tempo o que é interessante em áreas onde se tem dificuldade no estabelecimento inicial, como áreas de alta infestação de plantas daninhas.

O desempenho e a produtividade das atividades do setor florestal dependem de vários fatores. Segundo Rezende e Silva (1997), a necessidade de planejar o trabalho é de grande relevância para profissionais da área florestal, no qual engloba várias atividades, como produção e transporte de mudas, preparo do solo, controle de formigas cortadeiras, plantio e replantio. Com isso, estudos de tempos e movimentos são importantes para mensurar atividades operacionais e auxiliar nas tomadas de decisão (CARVALHO, 2015).

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito dos recipientes (tubete de 280 cm<sup>3</sup> e saco plástico de 1.200 cm<sup>3</sup>) no crescimento das mudas em viveiro, na logística de transporte das mudas para o campo, na eficiência de plantio e no comportamento das plantas após o plantio de quatro espécies florestais nativas da Mata Atlântica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Recipientes para produção de mudas florestais

O método mais comum para produção de mudas se dá em recipientes devido às qualidades intrínsecas que favorecem as operações de manejo no viveiro, transporte, distribuição e plantio, além de proteger as raízes e aprimorar a nutrição das mudas (GOMES et al., 2003).

O tipo de recipiente e suas dimensões afetam diretamente a qualidade e custos de produção (CARNEIRO, 1995). De acordo com Neves et al. (2005), o volume do recipiente interfere na dinâmica do sistema radicular, sendo crucial para promover melhor desempenho em campo, seja em sobrevivência como crescimento em altura e diâmetro.

O sistema de produção de mudas florestais no Brasil é realizado, majoritariamente, em sacos plásticos (DUTRA et al., 2010), principalmente pelo baixo custo de aquisição e maior versatilidade entre as mudas para o pequeno produtor (WENDLING et al., 2002). Também não precisa de mão de obra especializada e produz mudas com maiores dimensões.

O tubete de polipropileno surgiu no mercado como uma alternativa para substituir o saco plástico, visto que apresenta vantagens técnicas e operacionais como dificultar o enovelamento do sistema radicular, permitir o trabalho em qualquer condição climática (cumprindo o cronograma de produção das mudas), menor peso (permitindo até 6 vezes mais mudas no transporte do que no sistema utilizando o saco plástico) e rendimento em campo 3 vezes maior (FAGUNDES & FIALHO, 1987).

Os tubetes possuem frisos internos longitudinais e equidistante que evitam a disposição das raízes em forma espiral (CARNEIRO, 1995), permitindo o direcionamento do sistema radicular ao longo do recipiente. Contudo, pode haver diminuição nos parâmetros de qualidade das mudas impostas pela restrição radicular (LELES et al., 1998).

Malavasi e Malavasi (2006) avaliaram o efeito de tubetes de 55, 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup> no crescimento de mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*. Observaram que os tubetes de menor capacidade volumétrica provocaram diminuição da massa seca radicular na fase de viveiro. Por outro lado, o crescimento em altura e diâmetro das mudas em campo não obtiveram diferença estatística entre os tubetes de 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup> aos 180 dias após plantio.

Viana et al. (2008), testando diferentes tamanhos de recipientes na produção de mudas de *Bauhinia forficata*, adotaram sacos plásticos de 30 x 25 cm, 30 x 15 cm, 17 x 15 cm e 15 x 9 cm. Os autores verificaram que o recipiente de maior dimensão (30 x 25 cm) obtiveram melhores resultados para o desenvolvimento das mudas, enquanto que o de menor dimensão (15 x 9 cm) ocasionou na queda da taxa de crescimento das mudas no viveiro.

Lisboa et al. (2012) avaliaram o efeito em altura e diâmetro de tubetes com 115 cm<sup>3</sup>, 180 cm<sup>3</sup> e 280 cm<sup>3</sup> na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. Os

autores observaram que as espécies responderam de forma distinta às variações, sendo o cedro-australiano mais responsivo e, por isso, recomenda-se o tubete de 280 cm<sup>3</sup>. Para o guanandi, o de 180 cm<sup>3</sup>.

Abreu et al. (2015) estudando a qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em sacos plásticos de 1248 cm<sup>3</sup>, tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e tubetes de 180 cm<sup>3</sup> em viveiro e campo, recomendaram tanto os sacos plásticos como os tubetes 280 cm<sup>3</sup> para produção de mudas da espécie, pelos resultados similares em viveiro e em campo.

## 2.2 Tempo e movimento

O setor florestal sofreu grandes mudanças ao longo do tempo. Alterações nos processos de trabalho ocasionados pela alta competitividade e necessidade por inovação permitiram melhor aproveitamento do desempenho das atividades (FIEDLER et al., 1998).

Segundo Fenner (2001), o estudo de tempos e movimentos deve mensurar os tempos parciais e totais para finalizar alguma atividade a fim de verificar os fatores que influenciam na execução da tarefa para, enfim, determinar o rendimento operacional de determinado processo.

Segundo Barnes (1977), o estudo de tempos e movimentos tem a finalidade de: a)

Desenvolver um método adequado, reduzindo custos;

b) Padronizar a operação e especificar as atividades com clareza;

c) Determinar o tempo padrão para realizar controle de gastos com mão de obra;

d) Treinar o operador a fim de executar a operação de acordo com a forma pré-estabelecida.

Rocha Filho (1993) afirma que a partir do procedimento de obter dados de rendimento das operações pode-se calcular a rentabilidade de um operador. O estudo de tempos e movimentos nas empresas é utilizado no planejamento, controle e racionalização das atividades pelo fato de otimizar tarefas gerando ganho de produtividade e redução de custos de produção (FENNER, 2002). Porém, deve-se adotar cautela no desenvolvimento das atividades quando utilizar esse método devido a algumas limitações de aplicação (BARNES, 1977). Após o cumprimento das etapas, a reorganização do trabalho proporciona condições mais seguras das atividades, garantindo o aumento de qualidade, produtividade, conforto e bem-estar na dinâmica de trabalho no interior da empresa (FIEDLER et al., 2003).

Sousa et al. (2017) mencionam que as atividades precisam ser conhecidas, padronizadas e possuem seu rendimento mensurado, em busca de aprimorar a produtividade. Segundo Braz (2010), a cronometragem das atividades das operações é crucial para estudos de tempo e movimento. Estes estudos também devem ser utilizados em atividades para planejamento em projetos de restauração florestal a fim de evitar custos desnecessários e valores superestimados.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em quatro etapas. Primeiramente, a produção das mudas, realizada no Viveiro Florestal “Luis Fernando de Oliveira Capellão” da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, RJ. A segunda etapa, consistiu em simulação de logística de transporte das mudas do viveiro para a Reserva Ecológica do Guapiaçu, município de Cachoeiras de Macacu, RJ. Em seguida, a terceira etapa envolveu estudos de tempo e movimento na operação de plantio em campo. A última etapa englobou o acompanhamento e avaliações de campo até 12 meses após o plantio.

As espécies utilizadas foram *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Schinus terebinthifolia* Raddi e *Rapanea ferruginea* (R. & P.) Mez., chamadas, respectivamente, de paineira, tamboril, aroeira e capororoca, na região do

trabalho. A escolha das espécies foi realizada visando abranger diferentes sucessões ecológicas, sobretudo, em avaliar as respectivas respostas aos tratamentos.

Os tratamentos avaliados em todas as etapas foram constituídos de mudas produzidas e provenientes de sacos plásticos de polietileno de 9,7 cm x 20,0 cm (diâmetro x altura) com capacidade volumétrica de 1200 cm<sup>3</sup> e tubetes plásticos de polipropileno rígido de 5,2 cm x 19 cm (diâmetro da parte superior x altura) com 8 estrias e capacidade volumétrica de 280 cm<sup>3</sup>. A escolha do tubete e saco plástico teve como propósito avaliar os dois recipientes mais utilizados para produção de mudas florestais no Brasil.

### 3.1 Fase de viveiro

O período de produção das mudas foi de 01 de agosto a 14 de dezembro de 2017, totalizando 135 dias. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger o clima local é do tipo Aw, apresentando inverno seco e verão com elevada pluviosidade. De acordo com dados da estação meteorológica situada em Seropédica/RJ, a precipitação no período foi de 337 mm, sendo 16,2%, 4,8%, 23,8%, 49,2% e 5,8, respectivamente nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e os 14 primeiros dias de dezembro. Neste período, a média de temperatura máxima mensal variou de 21,0 a 25,2 °C; temperatura mínima de 19,7 a 23,9 °C e a umidade relativa do ar de 63,4 a 77,5%.

O substrato utilizado foi o biossólido, resíduo proveniente das estações de tratamento de esgoto, devidamente tratado, estabilizado e atendendo aos critérios microbiológicos e químicos estabelecidos pela resolução CONAMA nº 498/2020 (BRASIL, 2020). Segundo Abreu et al. (2017), este material é relativamente rico em nutrientes e matéria orgânica, foi usado e recomendado por Scheer et al. (2012) para produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* e por Cabreira et al. (2017a) para produção de quatro espécies arbóreas em sacos plásticos. Trabalhos de Abreu et al. (2018), Alonso et al. (2018), Siqueira et al. (2018), Cabreira et al. (2019) utilizaram e recomendam biossólido de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de espécies arbóreas em tubetes plásticos.

Com o auxílio de um cano, cortado em bisel, realizou-se o preenchimento dos sacos plásticos e, para o tubete, o substrato foi despejado sob as bandejas, utilizando uma pá. Em ambos os casos, atentou-se para uma boa compactação do substrato nos recipientes. Não houve aplicação de adubo.

Após a etapa de preenchimento dos recipientes, realizou-se a semeadura, colocando três sementes por recipiente. Quando as plântulas germinadas estavam em torno de 5 cm de altura, realizou-se o desbaste, deixando uma plântula, e sempre que possível, a mais centralizada e de maior vigor.

Quando as mudas dos tubetes atingiram altura média de 13 cm, foram reespaçadas, ocupando apenas 50% das células das bandejas. Para as mudas produzidas nos sacos plásticos, foi realizada a mudança intencional, organizando-as, por espécie, em ordem decrescente de altura quando as mesmas atingiram altura média de 15 cm. Estas técnicas são normalmente utilizadas na produção de mudas florestais e visam minimizar a competição por luz e evitar problemas fitossanitários. As mudas foram irrigadas de acordo com experiência do viveirista e considerando as fases de crescimento e rustificação, que foi iniciada 30 dias antes do plantio, com irrigação apenas 1 vez por dia, em dias sem precipitação. As mudas de tubetes em dias mais quentes e ensolarados foram irrigadas 2 ou 3 vezes ao dia. Em média a irrigação diária é de aproximadamente 15 mm.

A altura da parte aérea das mudas foi mensurada aos 90, 112 e 135 dias após a semeadura, com auxílio de régua graduada. Na última avaliação, mediu-se também o diâmetro do coleto, com paquímetro. A partir dos dados de altura e diâmetro do coleto mensurados nas

diferentes épocas de avaliação foram gerados gráficos de crescimento. A análise estatística dos dados da última medição para cada espécie, consistiu da aplicação do teste “t” de amostras independentes, comparando os dois tratamentos.

### **3.2 Logística de transporte das mudas para o campo**

Mensurou-se o peso de 32 mudas aptas à expedição (4 mudas de cada espécie por recipiente) às 16 horas em balança com precisão de 2 casas decimais. A definição desse horário objetivou simular o peso do transporte, onde a empresa irriga as mudas entre 8 e 10 horas e por volta de 16 horas realiza o carregamento do caminhão, para no dia seguinte chegar no viveiro temporário antes das 10 horas, a fim de transportar as mudas em horário menos quente do dia.

Para simular a quantidade de mudas por metro quadrado colocadas em um caminhão, dois dias antes de serem levadas para o campo, utilizou-se caixa plástica (Anexo 2) de 50 cm x 32 cm (comprimento x largura). Para as mudas de sacos plásticos foram colocadas três camadas de forma intercalada, uma sobre as outras, e para as de tubetes apenas duas camadas, simulando a alocação das mudas no interior do caminhão. Assim, calculou-se quantas mudas produzidas em sacos plástico e em tubetes seriam transportadas, por caminhão com baú de 6,0 m de comprimento por 2,2 m de largura (desconsiderando a colocação de caixas sobre caixas). Posteriormente, para mudas produzidas em cada recipiente, foi estimado o peso de carga do caminhão, multiplicando-se o peso médio da muda pelo número de mudas a serem transportadas.

### **3.3 Estudos de tempo e movimento na operação de plantio**

O estudo de tempo e movimento consistiu, em cronometrar o tempo para realizar as atividades operacionais de plantio de mudas das espécies arbóreas oriundos de sacos plásticos 9,7 cm x 20 cm e de tubetes de 280 cm<sup>3</sup> visando formação de povoamento para restauração florestal. Para isso, os dados foram coletados através do método de cronometragem de tempo contínuo conforme utilizado por Simões (2010). O local utilizado para o estudo de rendimento apresenta acessibilidade média, contendo parte da topografia suave e parte ondulada e está localizada na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA), no município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Mais detalhes do local podem ser vistos no Anexo I.

Foram realizadas 4 repetições para ambos recipientes, a fim de obter valor médio mais confiável. A primeira atividade mensurada foi para levar as mudas da estrada até o meio do local do plantio (Figura 1). Para isso, as mudas foram levadas em uma caixa de plástico com carga de 20 kg por transporte manual, ou seja, foi calculado com base no peso médio da muda com o recipiente. Assim, em cada viagem foram levadas 25 mudas produzidas em sacos plásticos e 87 mudas em tubetes. Como para os tubetes envolvendo as quatro espécies, foram utilizadas no plantio 128 mudas (explicação item 3.4) utilizou-se mudas de outras espécies para o estudo de transporte da beira de estrada até o centro da área de plantio. Após todas as mudas estarem alocadas no devido local, estas foram distribuídas nas covas, que foram abertas no dia com auxílio do motocoveador, utilizando o espaçamento 2 m x 2 m. Em seguida, a segunda atividade foi medida cronometrando o tempo de retirada dos respectivos recipientes. A terceira atividade consistiu em mensurar o tempo médio do plantio propriamente dito.

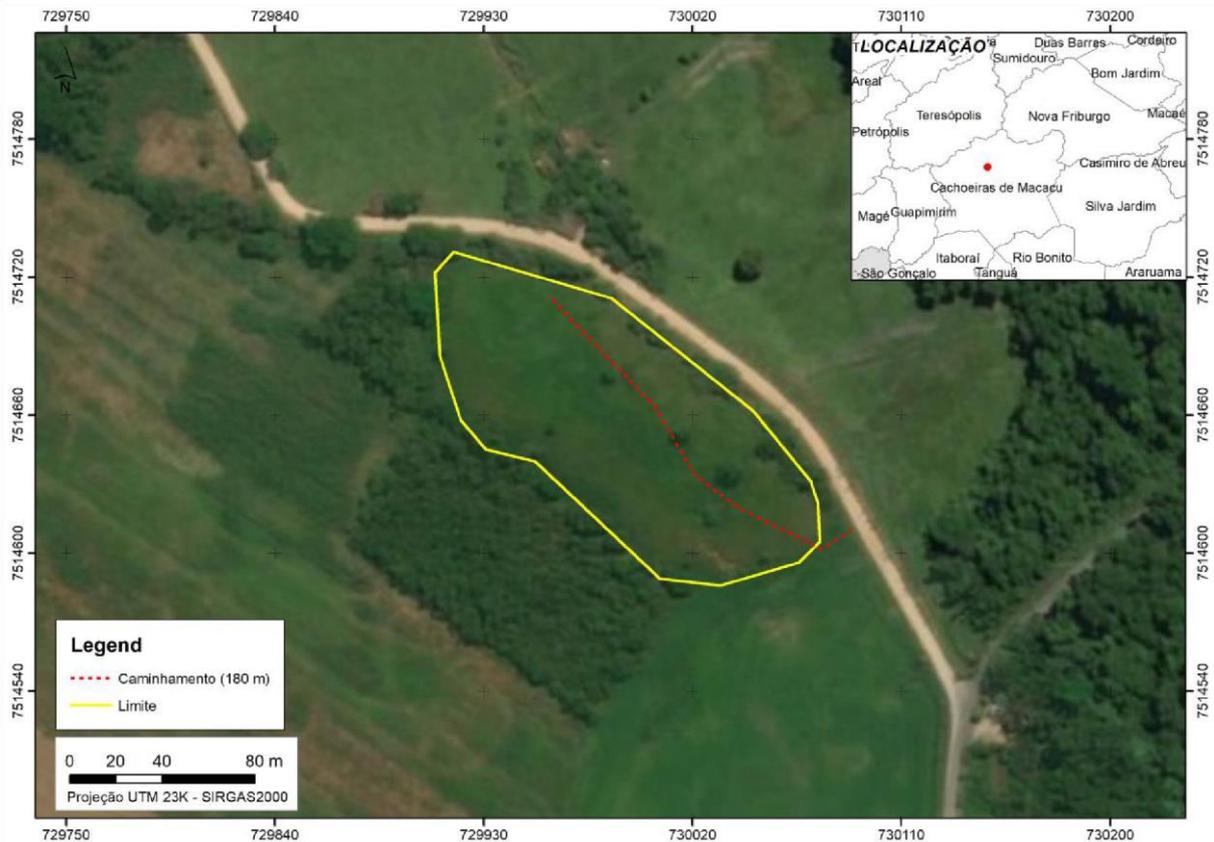


Figura 1: Demarcação da área e do trajeto de transporte das mudas, onde foi realizado o experimento situado no município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro.

### 3.4 Fase de campo

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, ou seja, tropical com verão chuvoso e inverno seco, sem apresentar estação marcadamente seca. De acordo com Azevedo et al. (2018), a precipitação média anual na região é de 2.050 mm e a média mensal varia conforme as estações do ano, atingindo 337,8 mm no verão a 59,3 mm no inverno. A temperatura média anual é de 21,9 °C, sendo janeiro o mês mais quente (25,3 °C), e julho o mês mais frio (17,9 °C).

A vegetação do local apresentava predominância de braquiária (*Urochloa sp.*). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico cambissólico, com textura franco-argilo-arenosa e com 49% de areia, 34% de argila e 17% de silte.

Como preparo da área, realizou-se controle de formigas cortadeiras com isca formicida à base de sulfuramida. Quarenta e cinco dias antes do plantio, foi realizada aplicação de calda de herbicida à base de glyphosate, na dose de 4 L ha<sup>-1</sup> de solução.

O plantio foi realizado no dia 16 de dezembro de 2017 com espaçamento de 2 x 2 m. As covas de plantio foram abertas com uso de motocoveador com dimensões de 30 cm x 30 cm x 30 cm. As mudas foram distribuídas e plantadas buscando-se manter o mesmo arranjo de plantio em todas as unidades amostrais. Não houve adubação de base nem de cobertura.

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados (Figura 2), com quatro blocos. Cada bloco foi formado por quatro linhas de plantio, duas com tubetes e duas com saco plástico. Cada linha foi considerada uma unidade amostral composta por 16 mudas com quatro espécies florestais. Assim, esta fase foi formada pelo plantio de 256 mudas.

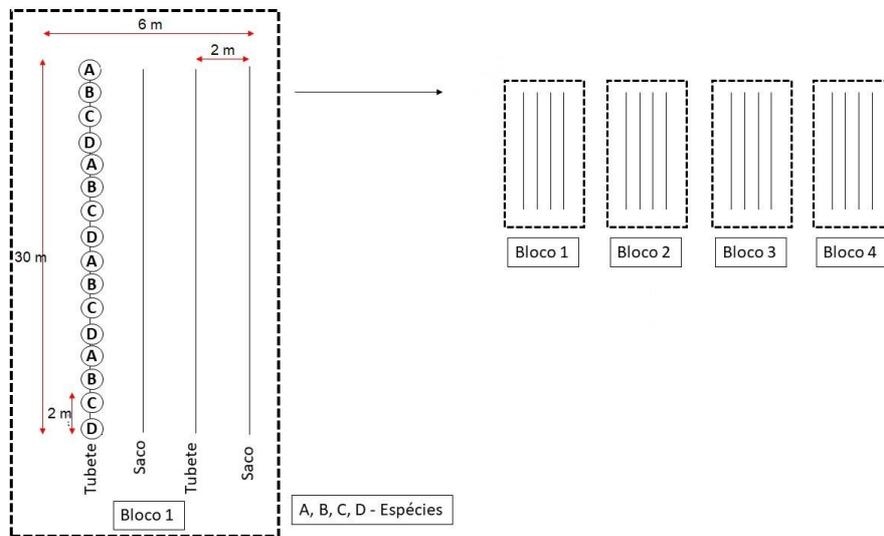


Figura 2: Arranjo experimental em blocos casualizados.

Os tratos culturais consistiram no controle de formigas cortadeiras (desde operações pré-plantio e sempre que houve necessidade) e roçadas (realizada quando o capim atingia altura da parte aérea superior a 35 cm).

Aos 6 meses após o plantio foi mensurado altura total. Aos 12 meses após o plantio foram realizados medição da altura total, diâmetro do coleto e sobrevivência das plantas. Os dados da última medição, foram submetidos à análise estatística pelo teste “t” de amostras independentes.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se que para as quatro espécies, as mudas produzidas em sacos plásticos apresentaram altura da parte aérea significativamente superior ( $P \geq 0,95$ ) do que as produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>, aos 135 dias após a semeadura (Figura 3). Para diâmetro do coleto, diferenças significativas foram observadas para *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum*, seguindo a mesma tendência de maior crescimento no saco plástico

Considerando a altura mínima de 25 cm para enviar mudas produzidas em tubetes para o campo preconizada por Souza Junior e Brancalion (2016), verifica-se que aos 3 meses após a semeadura, *S. terebinthifolia* e *Ceiba speciosa* estariam, por este parâmetro, em condições de serem levadas para o campo, desde que devidamente rustificadas. Usando esta mesma altura para as produzidas em sacos plásticos constata-se que aos 3 meses após semeadura, apenas as de *Rapanea ferruginea* não estariam aptas para o plantio, aos 135 dias após semeadura. Este autor, menciona que em média as mudas devem apresentar diâmetro do coleto no mínimo de 3 mm para serem levadas para o campo, o que foi conseguido pelas mudas de todas as espécies.

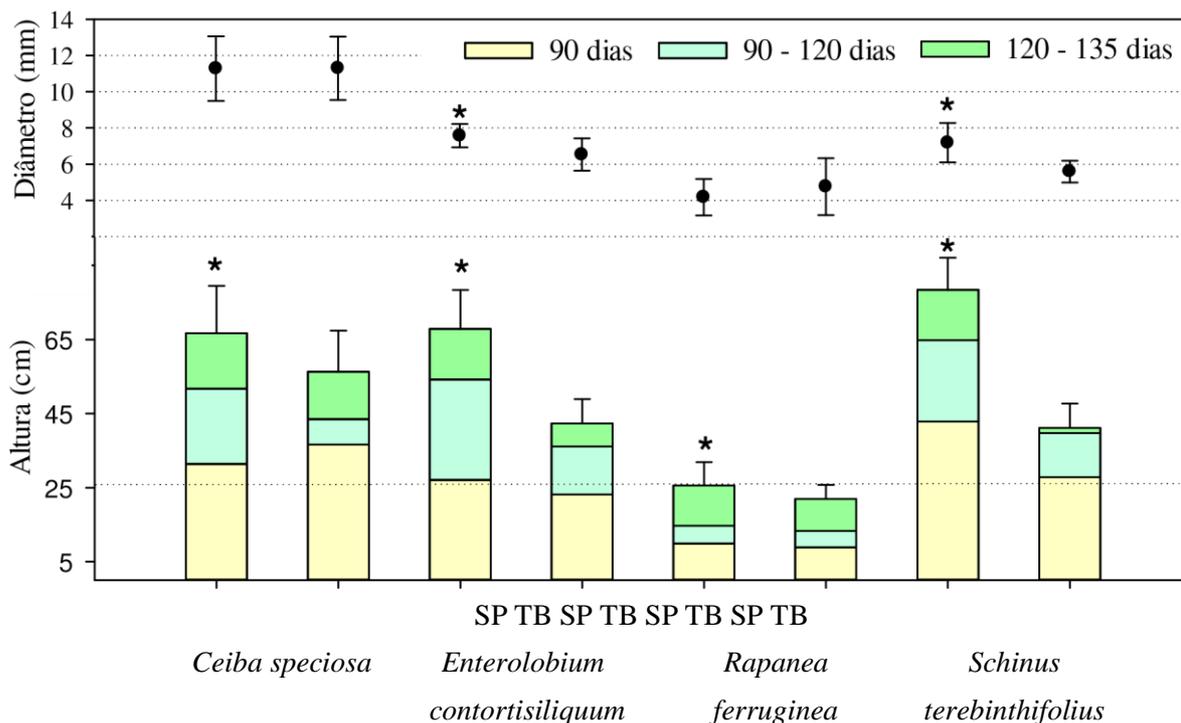


Figura 3: Diâmetro do coleto aos 135 dias após a semeadura e altura da parte aérea em três épocas após semeadura de mudas de quatro espécies arbóreas produzidas em sacos plásticos de 1.200 cm<sup>3</sup> (SP) e em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (TB). \* indicam que os tratamentos diferem entre si a 5% pelo teste t de amostras independentes. As barras indicam desvio padrão aos 135 dias.

O tempo relativamente mais rápido para produção das mudas em sacos plásticos deve-se ao maior volume de substrato neste recipiente do que nos tubetes, o que proporciona maior oferta de nutrientes e matéria orgânica (Abreu et al. 2015; Davide et al., 2015), principalmente quando utiliza-se substratos como biossólido de lodo de esgoto. As mudas produzidas em tubetes, na fase inicial de crescimento, o volume de substrato conseguiu suprir às necessidades nutricionais das plantas. No entanto, com o aumento da idade, este recipiente provavelmente limitou a oferta de nutrientes, provocando uma diminuição do ritmo de crescimento das mudas, sobretudo, naquelas com hábito de crescimento mais rápido. Por outro lado, mesmo com menos substrato, o tubete possibilitou a formação de mudas com qualidade suficiente para plantio.

Considerando o tempo de formação das mudas, observa-se que aos 90 dias após a semeadura, as mudas de ambos os recipientes de *Ceiba speciosa* e *Schinus terebinthifolia* já estavam com altura mínima de serem levadas ao campo e no caso de *Enterolobium contortisiliquum*, as produzidas em de saco plástico estavam apropriadas para expedição em campo. Contudo, para *Rapanea ferruginea* as mudas de nenhum recipiente estavam aptas aos 90 dias, sendo que apenas na terceira medição atingiu-se altura mínima no recipiente de sacos plásticos. Isso ocorreu pelo fato da *Ceiba speciosa*, *Schinus terebinthifolia* e *Enterolobium contortisiliquum* serem espécies mais responsivas e conseqüentemente, apresentarem maior crescimento em altura e diâmetro do que as secundárias e clímax.

As mudas de *E. contortisiliquum* e *S. terebinthifolia* produzidas em sacos plásticos apresentaram na última medição de diâmetro do coleto valores significativamente superiores às dos tubetes, mas por este parâmetro, segundo Souza Junior e Brancalion (2016), em média as mudas estavam aptas para campo (> 3 mm), aos 135 dias após a semeadura. Segundo Davide et al. (2015) e Souza Junior e Brancalion (2016), mudas com maiores diâmetros apresentam

tendência para emitirem novas raízes e, conseqüentemente, menores taxas de mortalidade em campo.

Resultados com maior crescimento em altura e diâmetro de coleto em recipientes de maior volume também foram encontrados por Lisboa et al. (2012), em mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*, por Abreu et al. (2015) para *Enterolobium contortisiliquum*, por Cabreira et al. (2019) em mudas de *Schizolobium parahyba* e por Lima Filho et al. (2019) com *Ceiba speciosa*. Esses autores atribuíram os resultados ao espaço e volume maiores de substrato e às características intrínsecas das espécies. Além disso, verificaram que o menor volume dos recipientes e, conseqüentemente, crescimento radicular, implica na redução de algumas variáveis de qualidade das mudas, o que reduz altura total e a produção de área foliar.

O peso médio das mudas em saco plástico foi 3,4 vezes superior às produzidas em tubetes (Tabela 1). Outra informação importante é que transportando as mudas em caminhão baú com dimensões 6,0 m x 2,2 m, a simulação realizada indica que 2,5 vezes mais mudas de tubetes podem ser transportadas em relação às de sacos plásticos.

Tabela 1: Peso médio, carga de caminhão e quantidade em transporte de mudas arbóreas oriundas de dois recipientes

Recipiente	Peso muda com recipiente (g)	- Quant. mudas com recipientes - $\frac{m^2}{\text{caminhão}^*}$		Peso carga do caminhão* (ton)
Saco plástico	788	242	3.195	2,52
Tubete plástico	231	615	8.118	1,87

\* carroceria do caminhão de baú com comprimento de 6,0 m e largura de 2,2 m, usado por empresa florestal para transporte de mudas de espécies arbóreas.

Constata-se que o peso dos recipientes influencia diretamente na logística do transporte das mudas para o campo, visto que dependendo da quantidade de mudas a serem transportadas para o campo, é necessário mais de uma viagem o que influencia no custo da implantação do reflorestamento. Supondo uma área de formação de povoamento misto de 3 hectares, adotando o mesmo espaçamento (2 m x 2 m), verifica-se que o caminhão (13,2 m<sup>2</sup>) suportaria todas as mudas necessárias para os tubetes, enquanto que para o saco plástico seriam necessárias 3 viagens. O custo de transporte por viagem das mudas em caminhão baú de Seropédica até a sede da REGUA (134 km, incluindo um pedágio) é de aproximadamente R\$ 900,00 (referência pessoal). Assim, o preço unitário de transporte da muda produzida em tubete é de R\$ 0,11 e as de sacos plásticos de R\$ 0,28. Portanto, pela simulação o custo de transporte das mudas produzidas em saco plástico seria quase o triplo quando comparado as de tubetes. Carvalho (2015) também verificou que as mudas produzidas em tubetes possuem peso inferior que as oriundas do saco plástico e que esse princípio é de grande relevância para os custos de transporte.

Outro fator importante para realizar o planejamento é o rendimento das atividades na operação de plantio, sobretudo quando a área a ser formado o povoamento, encontra em locais de difícil acesso, com relevo declivoso. Para transportar as mudas da beira da estrada até o local de plantio (em torno de 180 m) foram necessários cerca de 5 minutos a mais para o tubete. Isto ocorreu pelo fato de que o tempo começou a ser cronometrado quando se iniciou a acomodação das mudas dentro da caixa, ou seja, a caixa dos tubetes transportavam 87 mudas enquanto para os sacos plásticos foram 25 mudas, para que ambas tivessem em torno de 20 kg de carga. Essa

operação foi a que mais demandou tempo em ambos os tratamentos avaliados devido 30% do percurso ser declivoso. Por outro lado, as mudas provenientes do saco plástico demandaram, em média, 38 segundos a mais, por bloco, para serem distribuídas nas covas.

Para retirá-las do recipiente e plantar foram necessários 7,03 minutos por bloco o que representa, em média, 14 segundos a mais do que àquelas oriundas dos tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Calculou-se também o tempo necessário para realizar essas atividades em 1 hectare com 2.500 mudas a serem plantadas e constatou-se que as mudas de sacos plásticos demandam aproximadamente 72% a mais de tempo do que as de tubetes, para as condições que foram realizadas o trabalho.

Tabela 2: Tempo médio, em minutos, para atividades de plantio de mudas arbóreas oriundas de dois recipientes e cálculo de tempo total para plantio em um hectare

Atividade	Saco plástico 9,7 cm x 20 cm	%	Tubete plástico 280 cm <sup>3</sup>	%
Levar mudas beira da estrada até centro da área plantio	15,25*	65,5	20,28**	43,6
Distribuir mudas nas covas <sup>3</sup>	3,26	10,9	2,88	16,6
Tirar mudas do recipiente e plantar <sup>4</sup>	7,03	23,6	6,89	39,8
Tempo total atividades 1 ha com 2.500 covas	38,8 horas	100	22,5 horas	100

\* tempo médio para levar caixa com 25 mudas; \*\* tempo médio para levar caixa com 87 mudas; <sup>3</sup> tempo médio para distribuir 32 mudas nas covas; <sup>4</sup> tempo médio para atividade com 32 mudas. % refere à percentagem de tempo gasto na atividade nas atividades de plantio de 1 hectare, utilizando espaçamento 2 x 2 m.

Avaliando as atividades de retirada de mudas, plantio e distribuição nas covas, percebe-se que as mudas provenientes de sacos plásticos demandaram mais tempo. Essa diferença ocorreu, possivelmente, pela melhor agregação do sistema radicular das mudas do tubete no qual requer menos tempo na retirada. As mudas dos sacos plásticos precisam de um maior cuidado ao manejá-las a fim de evitar o destorroamento do substrato.

Aos 12 meses após o plantio, praticamente não houve diferenças na taxa de sobrevivência entre as plantas oriundas de mudas produzidas em sacos plásticos e de tubetes, com taxa média de 77% e 80%, respectivamente (Figura 4). Desconsiderando *R. ferruginea*, que sobrevivência em ambos recipientes, foi inferior a 30%, estes valores correspondem a 94 e 96%. Espécies do gênero *Rapanea*, segundo Carvalho, (2006) são consideradas de subbosque e classificada por alguns autores como secundária inicial e por outros como clímax, e provavelmente não suportou o calor e sol dos primeiros 15 dias após plantio das mudas. Abreu et al. (2015) verificaram que as plantas de *Enterolobium contortisiliquum* oriundas de sacos plásticos de 1.248 cm<sup>3</sup> e de tubetes 280 cm<sup>3</sup> apresentaram sobrevivência de 100%, aos 5 meses após plantio, em sítio que não apresenta déficit hídrico do solo. Cabreira et al. (2019) trabalhando com *Schizolobium parahyba* observaram que aos 12 meses após o plantio em sítio de solo argilo-arenoso, em região com 5 meses de déficit hídrico no solo, sobrevivência de 36% das plantas oriundas de mudas produzidas em tubetes de 110 cm<sup>3</sup> e de 53% de tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. Trabalho de Cabreira et al. (2017b) com *Schinus terebenthifolius*, no mesmo sítio e época do trabalho de Cabreira et al. (2019) verificou sobrevivência de 86% e 85% das plantas de

mudas originárias, respectivamente de tubetes de 110 e de 280 cm<sup>3</sup>. Estes trabalhos indicam que as variações de diferenças de taxa de sobrevivência dependem, entre outros fatores, da qualidade do sítio onde é implantado o povoamento e também da diferença de resposta das espécies, como evidenciado ao comparar os trabalhos de Cabreira et al. (2017b) e Cabreira et al. (2019).

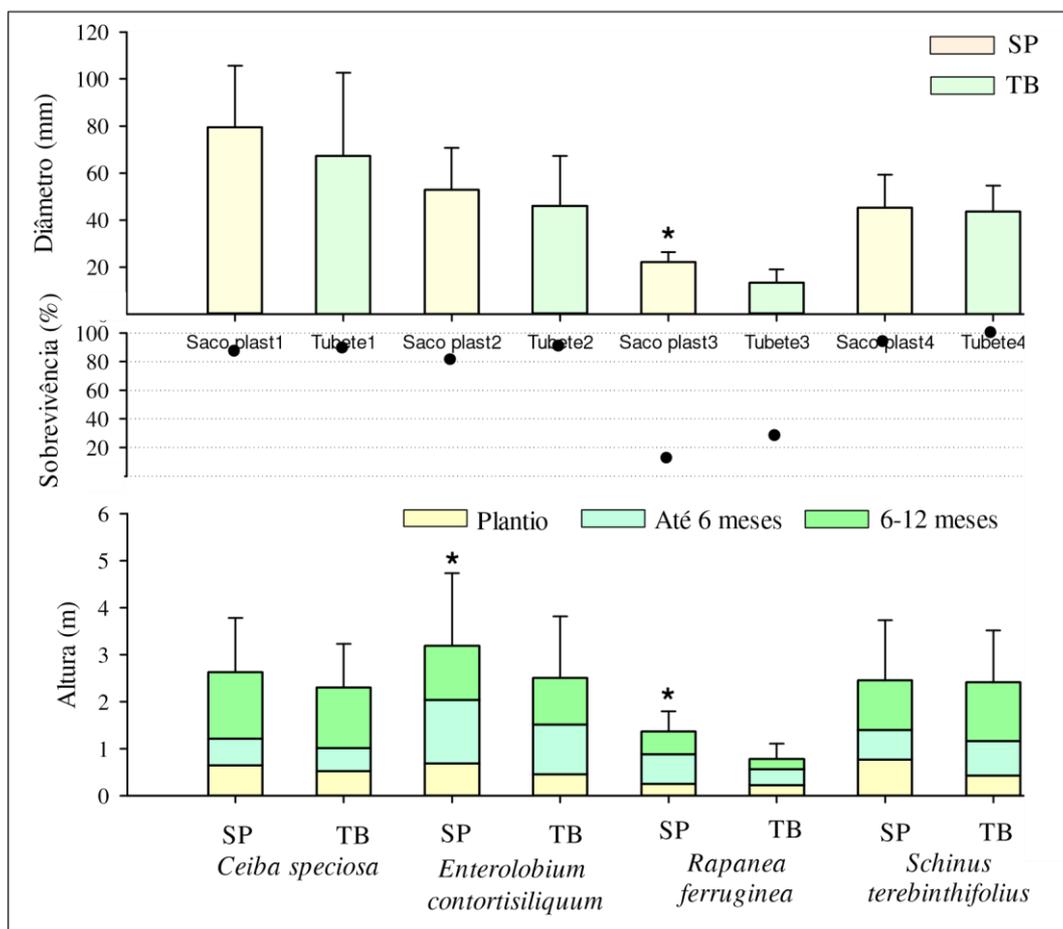


Figura 4: Crescimento em altura em duas épocas após plantio, sobrevivência e diâmetro do coleto aos 12 meses após plantio, de quatro espécies arbóreas produzidas em sacos plásticos de 1.200 cm<sup>3</sup> (SP) e em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> (TB). \* indicam que os tratamentos diferem entre si a 5% pelo teste t de amostras independentes e as barras desvio padrão, aos 12 meses após plantio.

Observa-se que em média as plantas de *E. contortisiliquum* e *R. ferruginea* oriundas sacos plásticos apresentaram valores superiores de altura em relação as de tubetes, aos 12 meses após o plantio, permanecendo o comportamento observado na última medição em viveiro (Figura 4). É interessante destacar que as mudas de *R. ferruginea* produzidas em saco plástico foram significativamente superiores em altura e diâmetro do coleto, mas a sobrevivência foi inferior ao tubete. De acordo com a Resolução INEA nº 143, de 14/06/2017 (INEA), as plantas devem apresentar altura igual ou superior a 4 metros para quitação da restauração aos 4 anos após o plantio, o que foi atingido pelas plantas de *E. contortisiliquum* oriundas do saco plástico, aos 12 meses após o plantio.

Na época do plantio, as mudas de *C. speciosa* e *S. terebinthifolia* produzidas em sacos plásticos apresentaram diferenças significativamente superiores para altura e diâmetro do coleto. No entanto, quando se observa a altura aos 12 meses, observa-se que as variáveis

avaliadas não obtiveram diferenças significativas em campo. Isso ocorreu provavelmente por serem espécies bastante competidoras e que após encontrar os recursos de campo, o fator “recipiente” foi realmente não significativo para influenciar a altura das mudas após 12 meses no campo. Pezzutti e Caldato (2011), avaliando o desempenho das mudas de *Pinus taeda* aos quatro anos de idade em campo com diferentes tamanhos de diâmetro de coleto, não obtiveram diferenças em crescimento e sobrevivência. Essa tendência também foi observada por José et al. (2005) para *Schinus terebinthifolia*, Malavasi e Malavasi (2006) para *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*, Gasparin et al. (2014) para *Cabranea canjarana* e Abreu et al. (2015) para *Enterolobium contortisiliquum*. Stuepp et al. (2017), trabalhando com mudas de *Piptocarpha angustifolia* provenientes de miniestaquia com diferentes alturas e diâmetro de coleto, não encontraram diferenças significativas no crescimento, e que essas variáveis se mantiveram constantes até os 24 meses, independentemente da altura de expedição das mudas. Lima Filho et al. (2019) também verificaram que as plantas de *Ceiba speciosa* produzidas em diferentes volumes de tubetes não apresentaram diferença estatística em altura e diâmetro, aos seis meses após o plantio no campo.

Segundo Ritchie e Landis (2008), estudos mostram que o indicador mais apropriado para mensurar após o plantio é o diâmetro de coleto e que estes resultados podem ser utilizados na definição do grau de qualidade das mudas. Assim, avaliando-se este critério de forma isolada, pode-se utilizar tanto as mudas produzidas tanto nos sacos plásticos como em tubetes na implantação de povoamentos para restauração florestal.

De acordo com Antoniazzi et al. (2013), mudas produzidas em recipientes de maiores dimensões, como em sacos plásticos, possuem melhor desempenho em campo e, com isso, é recomendável o uso desses recipientes em projetos de recomposição florestal. Ferraz e Engel (2011), mencionam a preferência por mudas de maiores dimensões e relatam que recipientes maiores implicam maiores custos de implantação. Sendo assim, analisando as variáveis de crescimento em altura, diâmetro e sobrevivência obtidos no tratamento dos tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e a tendência de que o crescimento em campo se iguale gradualmente após o plantio, pode-se inferir que o tubete deve ser amplamente utilizado em projetos de restauração florestal.

## 5. CONCLUSÕES

Pelas condições que foi realizado o estudo, com quatro espécies florestais de diferentes grupos ecológicos, conclui-se que:

- Mudas produzidas em sacos plásticos tendem a apresentar maior crescimento em viveiro do que as produzidas em tubetes;
- Usando os tubetes há considerável melhoria na logística de transporte e das atividades de plantio, em comparação ao uso dos sacos plásticos;
- Há tendência clara de igualdade de sobrevivência e de crescimento em altura e diâmetro do colo das mudas, independente do recipiente de origem.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. H. M.; OLIVEIRA, R. R.; ABEL, E. L. S.; LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S. Biossólido e substrato comercial na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, p. 1-10, 2018.

ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABEL, E. L. S.; OLIVEIRA, R. R. Characterization of sewage sludge generated in Rio de Janeiro, Brazil, and perspectives for agricultural recycling. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 2433-2448, 2017.

ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.

ALONSO, J. M. **Análise dos viveiros e da legislação brasileira sobre sementes e mudas florestais nativas no estado do Rio de Janeiro**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; MELO, L. A.; LELES, P. S. S.; CABREIRA, G. V. Biosolids as substrate for the production of *Ceiba speciosa* seedlings. **Cerne**, v. 24, p. 420429, 2018.

ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 3, p. 313 - 317, 2013

AZEVEDO, A. D.; FRANCELINO, M. R.; CAMARA, R.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S. Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 183-194, 2018.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013.

BARNES, R. M. **Estudos de movimentos e de tempos - projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6. ed. Americana, São Paulo: E. Blucher, 1977. 635 p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 498/2020, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 161, 2020, p. 265-273. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-498-de-19-de-agosto-de-2020-273467970>

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas da Amazônia**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; VIEIRA, A. V. G.; LOPES, N. F. Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*. **Ciência florestal**, v. 29, p. 1644-1657, 2019.

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

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ARAUJO, E. J. G.; SILVA, E. V.; LISBOA, A. C.;

LOPES, L. N. Produção de mudas de *Schinus terebenthifolius* utilizando biossólido como substrato em diferentes recipientes e fertilizantes. **Scientia Agrária**, v. 18, n.2, p. 30-42, 2017b.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília : Embrapa. 627p., 2006.

CARVALHO, R. G. S. **Recipientes na produção de mudas florestais, transporte, tempo e movimento na atividade de plantio e sobrevivência**. 2015. 23p. Monografia (Conclusão de Curso Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DAVIDE, A. C.; MELO, L. A.; TEIXEIRA, L. A. F.; PRADO, N. J. S.; FIORINE, R. A.; CARVALHO R. P. Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais. *In*: DAVIDE, A. C.; BOTELHO S. A. (ed). **Fundamentos e métodos de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras: UFLA, p. 181-274, 2015.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R.C; MASSAD, M. D.; OLIVEIRA, F. L. Produção de biomassa em mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos, recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1784- 1787, 2009. (Resumos do VI CBA e II CLAA)

FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF - Série Técnica**, v. 4, n. 13, p. 25-7, 1987.

FENNER, P. T. **Métodos de cronometragem e a obtenção de rendimentos para as atividades de colheita de madeira**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, 2002. 14 p. Notas de aula da Disciplina Exploração Florestal.

FENNER, P.T. **Notas de aula da disciplina de colheita e transporte de madeira**, do curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura. Faculdade de Ciências Agronômicas UNESP/FCA. Botucatu-SP, 2001.

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.

FIEDLER, N. C. **Análise de postura e esforços despendidos em operações de colheita florestal no norte do estado da Bahia**. 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FIEDLER, N. C.; MENEZES, N. S.; MINETTI, L. J.; MARTINS, I. S. Análise da exigência física do trabalho em fábricas de móveis do Distrito Federal. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6., p. 879-885, 2003.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjarana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. 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.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Resolução INEA nº 143, de 14 de junho de 2017. Institui o sistema estadual de monitoramento e avaliação da restauração florestal (SEMAR) e estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração florestal no estado do rio de janeiro. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, RJ, 12 jul. 2017. Disponível em: [https://docs.wixstatic.com/ugd/3c5cc7\\_8826e403a15641c4b843acd703d846ad.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/3c5cc7_8826e403a15641c4b843acd703d846ad.pdf)

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 12, p. 187-196, 2005.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; FONSECA, A. C.; SILVA, E. V. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando biossólido como substrato. **Ciência florestal**, v. 29, p. 27-36, 2019.

LISBOA, A. C.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

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

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, S. L. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros de coletor. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 355-362, 2011.

REZENDE, J. L. P.; SILVA, M. L. **Elaboração e avaliação de um projeto de produção de madeira de Pinus sp. na Região de Ubá**. Viçosa, MG: SIF, 1997. 61 p. (Documento SIF, 15).

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. USDA, v. 7, p. 1780. 2008. (Agricultural Handbook 674). Disponível em: <<https://rngr.net/publications/ctnm>> Acesso em: 01 de dezembro de 2020.

ROCHA FILHO, H. **Análise de fatores que afetam o desempenho e custo de extração de madeira de eucalipto com caminhão autocarregável**. 1993. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Cerne**, v. 18, p. 613-622, 2012.

SEA – Secretaria do Estado do Ambiente. **Diagnóstico da produção de mudas de espécies nativas do estado do Rio de Janeiro**. Relatório técnico, SEA, Rio de Janeiro, 63 p., 2010.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SIMÕES, D.; IAMONTI, I. C.; FENNER, P.T. Avaliação técnica e econômica do corte de eucalipto com feller-buncher em diferentes condições operacionais. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 649-656, 2010.

SIQUEIRA, D. P.; CARVALHO, G. C. M. W.; BARROSO, D. G.; MARCIANO, C. R. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. **Floresta**, v. 48, p. 277-89, 2018.

SOUSA, S. R. O.; LACERDA, M. S.; LAMEIRA, I. W. A.; CAMPOS, E. M. R.; OLIVEIRA, R. D. O estudo de tempos e movimentos na eliminação de desperdícios: uma aplicação prática na área de limpeza industrial mecanizada. **Exacta**, v. 15, n. 3, p. 407-420, 2017.

SOUSA, T. J. S.; ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; ABEL, J. G. R.; SANTANA, J. E. S. Mudas de *Luehea divaricata* produzidas com biossólidos de duas estações de tratamento de esgoto. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 595-601, 2019.

SOUZA JUNIOR, C. N.; BRANCALION, P. H. S. **Sementes e mudas: guia para propagação de árvores brasileiras**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 463 p.

STUEPP, C. A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZULLEFATO-RIBAS, K. C. Clonal forestry of *Piptocarpha angustifolia*: survival and growth vigor in field conditions. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 69-74, 2017.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p.125- 174.

VIANA, J. S. GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, E. O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 48 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 79).

## ANEXOS

Anexo I – Trajeto realizado para estudos de tempo e movimento.



Anexo II - Caixa plástica utilizada para simulação de transporte das mudas do viveiro para o campo.



Anexo III - Transporte manual das mudas da beira da estrada ao centro do local do plantio.

