



## INFLUÊNCIA DO TIPO DE TUBETES DE REFLORESTAMENTO (BIODEGRADÁVEIS E DE PLÁSTICO) NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *EUCALYPTUS SALIGNA*

Natália Naime<sup>1,2\*</sup>, Antônio J. C. Brant<sup>1,2</sup>, Ademar B. Lugão<sup>2</sup> e Patrícia Ponce<sup>1,2</sup>

1 – BIO&GREEN Indústria de Produtos Biodegradáveis Ltda., Ipiranga, São Paulo, SP  
xunaime@gmail.com

2 – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Butantã, São Paulo, SP

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do tipo de tubetes de reflorestamento no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus saligna*, durante a fase de viveiro. Para tanto, foram analisados tubetes plásticos e biodegradáveis (sendo os primeiros obtidos do mercado brasileiro e os últimos fabricados pela empresa BIO&GREEN, a partir do bagaço de cana-de-açúcar) de diferentes volumes, comparando-os quanto (1) ao desenvolvimento das mudas de eucalipto e (2) às suas integridades físicas, até completarem 90 dias da semeadura. Os resultados mostraram que as mudas de eucalipto, em viveiro, se desenvolveram melhor nos recipientes de polietileno e indicaram que quanto maior o volume do tubete, melhor desenvolvida é a planta.

**Palavras-chave:** tubetes, reflorestamento, biodegradáveis, bagaço da cana-de-açúcar, eucalipto

### *Influence of type of reforestation tubes (biodegradable and plastic) on development of *Eucalyptus saligna* seedlings*

**Abstract:** The objective of this work was to study the influence of type of reforestation tubes on development of *Eucalyptus saligna* seedlings during the nursery phase. In order to do so, we analyzed plastic and biodegradable tubes (the former from the Brazilian market and the latter made from sugarcane bagasse by firm BIO&GREEN) of different volumes by comparing them to (1) the development of eucalyptus seedlings and (2) their physical integrity until 90 days after sowing. The results showed that eucalyptus seedlings, in nursery, were better developed in polyethylene recipients, and indicated that as larger the tube's volume, better developed is the plant.

**Keywords:** tubes, reforestation, biodegradable, sugarcane bagasse, eucalyptus

### Introdução

A produção de mudas de espécies florestais em grande escala sempre despertou grandes interesses de instituições de pesquisa, empresas florestais e produtores, levando ao desenvolvimento de diversos estudos, visando à melhoria do processo. Em sua maioria, os trabalhos procuraram identificar o método mais adequado de produção de mudas, o recipiente, substrato e a nutrição mais equilibrada para cada uma das fases de desenvolvimento das mudas no viveiro [1]. Os materiais mais utilizados atualmente, tais como saquinhos e tubetes de polietileno (plástico) – além dos tubetes de poliestireno expandido (isopor) – têm sido importantes na formação de boas mudas, porém possuem o inconveniente de serem lentamente degradados na natureza (muitos plásticos exigem mais de 100 anos para degradação total) quando não são reciclados, exigindo o retorno destes materiais do campo; e no caso dos tubetes, com posteriores lavagens dos mesmos, onerando ainda mais a operação de plantio. Existem diversos materiais que estão sendo estudados como novas opções de recipientes, preferencialmente biodegradáveis, para a produção de mudas. Ramos, Silva e Florido [2] desenvolveram diferentes embalagens ecológicas para mudas feitas com resíduos de biomassa. Eles observaram que embalagens feitas com (1) fibra de coco e cola, (2) bagaço de cana com amido, (3) bagaço de cana com cola e (4) amido tratado com resíduos diversos são biodegradáveis e por isso não prejudicam o solo devido a sua rápida decomposição, não gerando resíduos; as mudas podem ser transplantadas sem a retirada das embalagens, o que torna o plantio

mais prático e rápido. Além disso, observaram que, ao se decomporem, as embalagens se tornam nutrientes para a planta e, por ser esta decomposição rápida, evita-se o enovelamento da raiz.

Visando à substituição de materiais derivados do petróleo por materiais biodegradáveis de fonte natural e renovável, utilizando também resíduos industriais como matéria-prima, a BIO&GREEN Indústria de Produtos Biodegradáveis Ltda. desenvolveu (e continua desenvolvendo) recipientes, do tipo espuma, tais como tubetes para reflorestamento de diferentes volumes (com e sem ponta), feitos por extrusão e termoprensagem de uma mistura de bagaço de cana-de-açúcar, fécula de mandioca, glicerina (como plastificante) e água – sendo o bagaço de cana a principal matéria-prima de suas embalagens, servindo como nutriente para as mudas de plantas. As espumas da BIO&GREEN (B&G) podem ser incorporadas ao solo, facilitando o plantio, por eliminar algumas operações e reduzir o risco de contaminação do viveiro com organismos patogênicos na devolução dos recipientes que podem não ter sido adequadamente limpos no processo de assepsia. Além disso, estas embalagens de bagaço de cana evitam a ocorrência de deformações radiculares, causadas por recipientes de paredes rígidas – segundo Freitas et al. [3], essas deformações tendem a persistir após a fase de viveiro.

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do tipo de tubetes de reflorestamento no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus saligna*, durante a fase de viveiro. Para tanto, foram analisados tubetes plásticos e biodegradáveis (estes últimos fabricados a partir de bagaço da cana-de-açúcar, pela empresa BIO&GREEN) de diferentes volumes, comparando-os quanto (1) ao desenvolvimento das mudas de eucalipto e (2) às suas integridades físicas, avaliadas quali e quantitativamente (análise mecânica), até completarem 90 dias da semeadura. Os tubetes de plástico foram fornecidos pela empresa Mercado Florestal Ltda., localizada em Londrina, no estado do Paraná.

## Experimental

Os materiais utilizados neste trabalho foram: tubetes de plástico, tubetes da empresa BIO&GREEN (com e sem ponta), sementes de *Eucalyptus saligna*, turfa/substrato, água, bandejas plásticas para acondicionar os tubetes, régua e balança e micrômetro digitais.

Na Tabela 1 são mostradas as características dos três tipos de tubetes de reflorestamento estudados neste trabalho.

**Tabela 1** – Características dos diferentes tubetes de reflorestamento utilizados nos experimentos

| Tubetes      | Volume (cm <sup>3</sup> ) | Peso (g) | Diâmetro interno da borda (cm) | Diâmetro do furo (cm) | Altura (cm) | Número de estrias |
|--------------|---------------------------|----------|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| Plástico     | 116                       | 15       | 3,6                            | 1,1                   | 14,0        | 8                 |
| B&G c/ ponta | 86                        | 18       | 3,6                            | 0,8                   | 14,0        | 6                 |
| B&G s/ ponta | 78                        | 25       | 3,6                            | 0,9                   | 12,0        | 5                 |

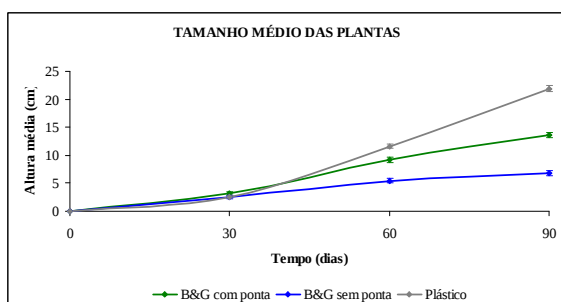
Para as plantações foi utilizada turfa da marca “Tropstrato Florestal”, de modo a preencher todos os tubetes. Pequenas porções das sementes de *Eucalyptus saligna* foram plantadas superficialmente nos tubetes de diferentes volumes (78, 86 e 116 cm<sup>3</sup>), sendo 60 deles produzidos com bagaço da cana-de-açúcar pela BIO&GREEN (30 com ponta e 30 sem ponta) e 30 deles, de plástico (polietileno). Após a semeadura, todos os 90 tubetes foram acondicionados em bandejas plásticas, armazenadas em uma estufa coberta por filme de polietileno transparente e com sistema de irrigação por microaspersores automatizado – construída no Centro de Química e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (CQMA/IPEN) – e lá mantidas por 90 dias às condições ambientes de temperatura e umidade, na qual as plantas recebiam água durante 5 minutos a cada oito horas, todos os dias da semana. A partir da data de semeadura, foram analisados a cada 30 dias: (1) a integridade – quali e quantitativamente – dos tubetes de diferentes volumes na plantação de *Eucalyptus saligna* e (2) o desenvolvimento das plantas, até completarem 90 dias do plantio, no

viveiro – tempo no qual suas mudas devem ser transplantadas para o campo. A integridade dos tubetes foi verificada visualmente quanto à formação de bolor; manualmente (pressionando levemente os dedos sobre os recipientes) quanto a suas bordas e corpos como um todo, fundos/pontas; e quantitativamente por análise mecânica realizada pelos funcionários do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Vale salientar que, para os tubetes da BIO&GREEN, o ensaio mecânico foi feito apenas com aqueles sem ponta – por questões de custos com este tipo de teste no IPT, e por serem estes tubetes mais facilmente desmoldados da prensa. Para o desenvolvimento das plantas, com auxílio de uma régua e um micrômetro digital, foram analisadas suas alturas (H), diâmetros dos caules (DC) e número de folhas (NF). A produção de mudas em sistema setorizado necessita de manejo específico para obter maior uniformização de crescimento aéreo e radicular, promover rustificação dos tecidos, a fim de que, após o plantio em condições adversas, sobrevivam e cresçam satisfatoriamente [4].

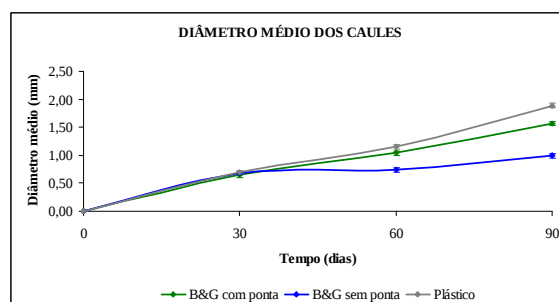
## Resultados e Discussão

Ao analisar a integridade dos tubetes de plástico e da BIO&GREEN, com e sem ponta, na plantação de *Eucalyptus saligna*, no início e após 30, 60 e 90 dias da semeadura, observou-se que a quantidade de tubetes defeituosos da BIO&GREEN tende a aumentar com o passar dos dias, exceto (1) para um tubete da B&G com ponta, em que houve formação de bolor no 30º dia do plantio e após esse período não mais apresentou tal anomalia – possivelmente, com o tempo, a água vinda dos irrigadores removeu os bolores –, e (2) para os tubetes da B&G sem ponta, em que não ocorreu nenhum crescimento de bolor nos 90 dias de análise. No fim do experimento, ou seja, no 90º dia da semeadura, dentre os 30 tubetes de bagaço de cana com ponta (B&G com ponta) estudados, 17 estavam moles, 12 estourados, 9 com borda mole, 20 com borda quebrada, 7 com fundo mole e apenas 1 com fundo estourado; enquanto que dentre os 30 tubetes de bagaço sem ponta (B&G sem ponta), 9 estavam moles, 20 estourados, somente 1 com borda mole, 2 com borda quebrada, 3 com fundo mole e 2 com fundo estourado. Isso nos faz concluir que dentre os tubetes da BIO&GREEN, aqueles com ponta se apresentaram mais defeituosos ou menos resistentes às intempéries do clima e à água dos irrigadores automáticos, em relação àqueles sem ponta. Como já se esperava, os tubetes plásticos nada sofreram ao longo dos 90 dias do plantio de *Eucalyptus saligna* em viveiro.

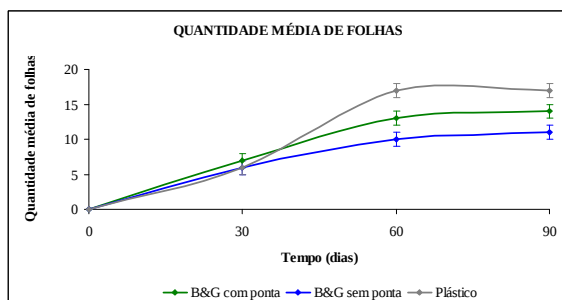
O desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus saligna*, até completarem 90 dias do plantio no viveiro, foi analisado quanto à altura das plantas (H), ao diâmetro dos caules (DC) e à quantidade de folhas (NF), nos diferentes tubetes – avaliados mecanicamente pelo IPT quanto a resistência à força radial – conforme mostra a Fig. 2.



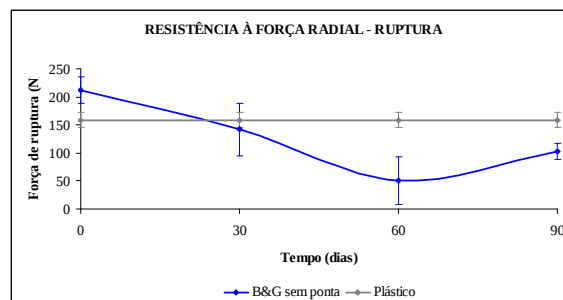
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 2** – Desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus saligna* quanto (a) à altura média das plantas, (b) ao diâmetro médio dos caules e (c) à quantidade média de folhas nos diferentes tubetes – analisados mecanicamente (d) pelo IPT – ao longo de 90 dias do plantio. B&G = BIO&GREEN (tubetes de bagaço de cana-de-açúcar).

De modo geral, as mudas de *Eucalyptus saligna* nos tubetes de plástico se desenvolveram melhor, em relação àquelas nos tubetes feitos de bagaço de cana-de-açúcar – sendo as plantas nos recipientes da B&G sem ponta as menos desenvolvidas (apesar da integridade destes últimos tubetes ser melhor à daqueles com ponta). A diferença de valores de H, DC e NF entre os três tipos de tubetes é bem pequena – praticamente irrisória – no 30º dia da semeadura, porém essa diferença aumenta com o passar dos dias. As alturas médias dos eucaliptos (Fig. 2(a)) no 30º dia após o plantio para os tubetes de plástico e da B&G, com e sem ponta, foram respectivamente:  $2,6 \pm 0,3$ ;  $3,2 \pm 0,3$  e  $2,5 \pm 0,3$  cm; enquanto que no último dia de análise foram, respectivamente:  $21,9 \pm 0,5$ ;  $13,6 \pm 0,5$  e  $6,8 \pm 0,5$  cm. Os diâmetros médios dos caules (Fig. 2(b)) para os recipientes de plástico e de bagaço, com e sem ponta, no 30º dia foram, respectivamente:  $0,70 \pm 0,03$ ;  $0,64 \pm 0,04$  e  $0,68 \pm 0,03$  mm e no 90º dia foram, respectivamente:  $1,89 \pm 0,04$ ;  $1,57 \pm 0,04$  e  $0,99 \pm 0,04$  mm. E, finalmente, as quantidades médias de folhas de eucalipto (Fig. 2(c)) para os tubetes de plástico e da B&G, com e sem ponta, no 30º dia foram, respectivamente:  $6 \pm 1$ ,  $7 \pm 1$  e  $6 \pm 1$ , enquanto no último dia do experimento foram, respectivamente,  $17 \pm 1$ ,  $14 \pm 1$  e  $11 \pm 1$ . Segundo testes de ANOVA, não houve diferença significativa entre todos os parâmetros estudados (H, DC e NF) para os tubetes de plástico e os da empresa até os 30 dias após a semeadura, porém essa diferença aumentou com o passar dos dias. Estes resultados mostram que o volume dos recipientes exerceu influência no crescimento das mudas: quanto maior o volume do tubete, melhor desenvolvida foi a planta. Resultados com maior crescimento em altura e diâmetro de colo em tubetes de maior volume também foram encontrados por Malavasi e Malavasi [5], em mudas de *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta*. Esses autores atribuíram os resultados ao espaço e ao volume maiores de substrato e à menor restrição radicular imposta às mudas. Gomes et al. [6], testando quatro modelos e tamanhos de tubetes de plástico rígido para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, verificaram que os tubetes com maior capacidade volumétrica produziram mudas de maiores valores em altura e massa seca total. No entanto, esses recipientes não foram recomendados, uma vez que a altura das mudas ficou acima daquela tecnicamente adequada para o plantio. Cunha et al. [7] também observaram o efeito das dimensões dos recipientes em mudas de *Tabebuia impetigiosa* (Mart. Ex D. C.) Standl, trabalhando com os recipientes 20 x 36,5; 15 x 32; 13 x 25,5 e 13,5 x 19 cm, constataram que os recipientes de 20 x 36,5 e 15 x 32 cm permitiram melhor desenvolvimento das mudas, comparando com as produzidas nos outros dois recipientes, e concluíram que o recipiente 15 x 32 cm é suficiente para produção de mudas de qualidade dessa espécie. Na produção das espécies de cedro-australiano e guanandi, Lisboa et al. [8] também concluíram que o volume do tubete influenciou o crescimento das mudas. Considerando as características de crescimento, estes mesmos autores ainda afirmaram ser o tubete de 280 cm<sup>3</sup> o mais recomendado para o cedro-australiano e o de 180 cm<sup>3</sup> para o guanandi.

A partir da Fig. 2(d), nota-se que a resistência à força radial dos tubetes plásticos foi de  $159 \pm 14$  N – valor inferior somente em relação aquele encontrado inicialmente para o tubete da BIO&GREEN (sem ponta):  $212 \pm 24$  N. Após 30, 60 e 90 dias da semeadura, os tubetes biodegradáveis armazenados em viveiro, apresentaram, respectivamente, os seguintes valores de resistência à força radial:  $142 \pm 47$  N,  $51 \pm 43$  N e  $103 \pm 14$  N. Como era esperada, a resistência dos tubetes de bagaço de cana diminuiu com o passar do tempo, já que os mesmos sofreram alterações físicas em suas estruturas, ao absorverem água (proveniente dos irrigadores da estufa) e, conseqüentemente, tornando-se mais moles, mais frágeis.

### Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os tubetes biodegradáveis tornaram-se menos resistentes mecanicamente com o passar dos dias, e que tanto o tipo de material que compõe os tubetes como as suas capacidades volumétricas, exerceram influência no desenvolvimento das mudas, na fase de viveiro. As embalagens plásticas mantiveram sua integridade física inicial durante os 90 dias do plantio de eucaliptos, enquanto os recipientes espumados feitos de bagaço da cana sofreram mudanças destrutivas no decorrer do tempo – fato já esperado por serem bastante sensíveis à umidade (proveniente da água dos irrigadores da estufa) – alterando assim, suas resistências mecânicas. Uma possível solução para diminuir a sensibilidade à água seria impermeabilizar estas espumas com um filme também biodegradável. As mudas de *Eucalyptus saligna* que melhor se desenvolveram, na fase de viveiro, foram aquelas dos tubetes plásticos, seguidas daquelas contidas nas embalagens da BIO&GREEN com ponta e, por fim, das cultivadas nos recipientes biodegradáveis sem ponta. Ou seja, quanto maior o volume do tubete, melhor desenvolvida foi a planta. O desenvolvimento das mudas de eucalipto nas espumas biodegradáveis da BIO&GREEN foi compensado no campo, pois quando transplantadas no solo, juntamente com seus tubetes, o bagaço da cana funciona como fertilizante para as plantas, atingindo valores de altura, diâmetro do caule e número de folhas equiparáveis e até superiores àqueles verificados nas plantações feitas nos recipientes de plástico.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao IPEN pelo espaço cedido para realização dos experimentos, ao CNPq e à FAPESP pelo apoio financeiro e à empresa BIO&GREEN pelas embalagens biodegradáveis.

### Referências Bibliográficas

1. P.H.M. Silva; D. Kager; J.L.M. Gonçalves; A.N. Gonçalves. *Produção de mudas clonais de eucalipto em espuma fenólica: crescimento inicial e mortalidade*, Cerne, Lavras, 2012.
2. A.G.P. Ramos; G.C. Silva; T.C. Florido. *Embalagens ecológicas*. Ciências Biológicas e agrárias, Etec Conselheiro Antonio Prado – ETECAP, 2011. Disponível em: <<http://www.mundodakeka.com.br/Projetos/ProjetoEmbalagensEcologicas.pdf>>. Acesso em: 22/04/2017 às 08h21min.
3. T.A.S. Freitas et al. *Revista Árvore*, 2005, 29, 853-861.
4. J.M. Gomes; L. Couto; H.G. Leite; A. Xavier; S.L.R. Garcia. *Revista Árvore*, 2002, 26 (6), 655-664.
5. U. C. Malavasi; M.M. Malavasi. *Ciência Florestal*, 2006, 16, 11-16.
6. J.M. Gomes et al. *Revista Árvore*, 2003, 27, 113-128.
7. A.O. Cunha; L.A. de Andrade; R.L.A. Bruno; J.A.L. da Silva; V.C. de Souza. *Revista Árvore*, 2005, 29 (4), 507-516.
8. A.C. Lisboa; P.S. dos Santos; S.N.O. Neto; D.N. de Castro; A.H.M. de Abreu. *Revista Árvore*, 2012, 36, 603-609.