

AVANÇOS NA PRODUÇÃO DE TUBETES ECOLÓGICOS: UMA REVISÃO

Submission date: 28/06/2024

Acceptance date: 02/09/2024

Maira Maria Oliveira Rodrigues

Universidade do Estado de Minas Gerais
– UEMG
Ituiutaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/3177228672728837>

Gabriel Alves Pousas Ker

Universidade do Estado de Minas Gerais
– UEMG
Ituiutaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/4191677507781276>

Rafael de Oliveira Pedro

Universidade do Estado de Minas Gerais
– UEMG
Ituiutaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/8138341335413386>

Eveline Soares Costa

Universidade do Estado de Minas Gerais
– UEMG
Ituiutaba – MG
<http://lattes.cnpq.br/9126084206992314>

RESUMO: A expansão da agricultura e pecuária extensiva, marcada pela perda de cobertura florestal, causa sérias consequências ambientais como a degradação do solo, recursos hídricos e redução da biodiversidade. Com a crescente

preocupação global com a qualidade ambiental, a demanda por serviços e produtos florestais para reverter processos de degradação e restaurar ecossistemas degradados têm aumentado. Diversas técnicas de restauração são usadas no Brasil devido à diversidade de biomas, com variações conforme as condições ambientais. Diante dessa realidade, a qualidade das mudas é crucial para o sucesso do reflorestamento, influenciando a formação e custo de povoamento da área. Pesquisas buscam melhorar a qualidade das mudas por meio de melhores metodologias, recipientes, substratos e fertilizações. Mudanças de alta qualidade são essenciais para resistir às condições adversas do campo. A produção de mudas em recipientes, principalmente tubetes que são pequenos recipientes cilíndricos usados para o plantio de sementes ou mudas, permite melhor controle da nutrição e proteção das raízes, facilitando o manejo no viveiro, transporte, distribuição e plantio. Os tubetes são geralmente fabricados de polietileno (PE) e polipropileno (PP) e são economicamente atrativos, porém resistentes à biodegradação, tornando-se desvantajosos ambientalmente. Assim, a tendência é adotar materiais biodegradáveis

que se degradam mais rapidamente no solo. Pesquisas sobre tubetes biodegradáveis são recentes e altamente valorizadas por serem mais alinhadas com as propostas de conservação do meio ambiente, sendo conduzidas em países como Malásia, Japão, Itália, Estados Unidos e Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: tubete biodegradável; inovação; reflorestamento; biomassa

ADVANCEMENTS IN THE PRODUCTION OF ECO-FRIENDLY SEEDLING TUBES: A REVIEW

ABSTRACT: The expansion of agriculture and extensive livestock farming, marked by the loss of forest cover, causes serious environmental consequences such as soil degradation, water resource depletion, and biodiversity reduction. With the growing global concern for environmental quality, the demand for forestry services and products to reverse degradation processes and restore degraded ecosystems has increased. Various restoration techniques are used in Brazil due to the diversity of biomes, with variations according to environmental conditions. In this context, the quality of seedlings is crucial for the success of reforestation, influencing the establishment and cost of area settlement. Research aims to improve seedling quality through better methodologies, containers, substrates, and fertilizations. High-quality seedlings are essential to withstand adverse field conditions. The production of seedlings in containers, especially grow-tubes, which are small cylindrical containers used for planting seeds or seedlings, allows for better control of nutrition and root protection, facilitating nursery management, transportation, distribution, and planting. Grow-tubes are generally made of polyethylene (PE) and polypropylene (PP) and are economically attractive, but their resistance to biodegradation makes them environmentally disadvantageous. Therefore, it is important to adopt biodegradable materials that degrade more rapidly in the soil. Research on biodegradable grow-tubes is recent and highly valued for being aligned with environmental conservation proposals, with studies being conducted in countries such as Malaysia, Japan, Italy, the United States, and Brazil.

KEYWORDS: biodegradable tube; innovation; reforestation; biomass

INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais ocasionados pela expansão da agricultura e pecuária extensiva, que tem como principal característica a perda da cobertura florestal, tem levado a graves consequências, como a degradação do solo e dos recursos hídricos e redução da biodiversidade (Ferraz & Engel, 2011). Como a preocupação mundial em relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez maior, a demanda de serviços e produtos florestais no intuito de reverter os processos de degradação e restaurar os ecossistemas degradados têm aumentado (Leles, 2006).

Em solenidade ocorrida na sede da ONU em 2015, o Brasil anunciou o conjunto de iniciativas a serem implementadas no país para o enfrentamento das mudanças climáticas. Entre elas, o compromisso de recuperar 12 milhões de hectares de florestas até 2030. Esse compromisso foi incluída na *Intended Nationally Determined Contribution* (iNDC) (Instituto Escolhas, 2016)

O Instituto Escolhas (2016), por exemplo, calculou que a meta dos 12 milhões de hectares requer investimento entre R\$ 31 bilhões e R\$ 52 bilhões em 14 anos.

Diversas técnicas de restauração são utilizadas no Brasil devido à diversidade de biomas e até mesmo variações para a mesma técnica podem ser encontradas dependendo do cenário das condições ambientais. Estimativas mostram que métodos de restauração florestal que envolvem o plantio de mudas implicam geralmente alto custo de implantação, que ultrapassa US\$ 1,500.00/ha, dos quais cerca de 60% correspondem ao valor das mudas (Ferraz & Engel, 2011). Diante do cenário, o País assiste hoje a uma corrida tecnológica para coleta de dados em campo e desenvolvimento de modelos econômicos viáveis.

Um dos principais problemas encontrados quando se almeja o reflorestamento de áreas degradadas são a qualidade das mudas. Este parâmetro, acompanhado de os fatores ambientais e as técnicas silviculturais, são importantes para a diminuição do tempo de formação e redução do custo do povoamento da área trabalhada (Lima-Filho, 2019). O desenvolvimento de pesquisas para aumentar a qualidade das mudas, melhores metodologias, recipientes, substratos e fertilizações são os alguns dos pontos que os pesquisadores buscam para aumentar a qualidade após o plantio (Cunha, 2022).

Quando as mudas são produzidas com qualidade, em colaboração com outros fatores, elas poderão ditar se o reflorestamento terá êxito no plantio, pois estas, além de terem maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem crescer o mais rápido possível para competir com a vegetação espontânea e diminuir possíveis danos causados por pragas florestais, como formigas cortadeiras e cupins (Santarelli, 2004).

A preocupação pela produção por mudas de qualidade não está apenas no setor de reflorestamento, mas também em setores como o do café (Marana, 2008), ornamentação (Ferraz et. al., 2015), produtos derivados da madeira (Lima, 2014), entre outros.

Dentre os diversos os fatores que influenciam na qualidade de mudas destacam-se os recipientes utilizados. A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir a melhor qualidade, devido ao melhor controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio (Gomes, 2003). As principais funções do recipiente são: conter substrato que permita o crescimento e a nutrição das mudas; promover adequada formação do sistema radicular; proteger as raízes de danos mecânicos e desidratação; contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial no campo (Leles, 2006). Para Wendling et al. (2001), a possibilidade de reaproveitamento, os custos, a facilidade de manuseio e a disponibilidade no mercado, são critérios que devem ser observados na escolha do tipo de recipiente mais adequado para a produção de mudas. Parâmetros como possibilitar a mecanização das operações de enchimento, semeadura no viveiro e plantio no campo também são observados (Lisboa, 2012).

Na evolução das técnicas silviculturais para a produção de mudas, vários tipos de recipientes foram desenvolvidos para otimizar o crescimento das plantas e reduzir os custos de produção (Gasparin, 2015). Os sacos plásticos tiveram destaque até a década de 1980, principalmente nas mudas de espécies florestais (Lisboa, 2012). Atualmente, esses sacos são utilizados principalmente nos pequenos viveiros, em virtude de sua maior disponibilidade e menor preço (Santos, 2000). Outra opção para a produção de mudas, o tubete, teve sua utilização iniciada na década de 1970 e foi amplamente difundido no Brasil para mudas de espécies de crescimento rápido com fins comerciais devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas (Dobner Júnior, 2013). Os tubetes para mudas são pequenos recipientes cilíndricos fabricados a partir de materiais como plástico, bioplástico ou papelão, utilizados para o plantio de sementes ou mudas de plantas. Disponíveis em diversos tamanhos e capacidades, eles são ideais para o cultivo de mudas em viveiros, estufas e até mesmo em casa (Figura 1).



Figura 1: Tubete de plástico convencional (A) e tubetes produzidos com biomassas biodegradáveis (B).

Fonte: Autora

A mudança gradativa do uso dos sacos de plástico para os tubetes trouxe como vantagens a mecanização das operações da produção de mudas, facilidade operacional do processo e, com isso, menor quantidade de mão de obra, a ocupação de menor área do viveiro e a redução dos custos de transporte das mudas para o campo (Dobner Júnior, 2013; Lisboa, 2012). Outro fator interessante sobre os tubetes, é que eles possuem estrias internas que dificultam o enovelamento radicular das mudas, permitindo, maior desenvolvimento inicial em condições de campo (Davide e Faria, 2008). Atualmente, o mercado oferece tamanhos, volumes e formas diferenciadas de tubetes, indicado de maneira geral para diferentes espécies.

Os tubetes geralmente são fabricados de polietileno (PE) e polipropileno (PP), polímeros derivados do petróleo, sendo estes encontrados em diversos produtos comercializados atualmente. Esses tipos de materiais apesar de possuírem baixo custo, possuem alta resistência à biodegradação (Costa, et al., 2016)

Sendo assim, frente a tal característica, os tubetes podem ser desvantajosos diante do ponto de vista ambiental, visto que, com a necessidade de atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (ONU, 2021), a tendência é que as empresas adquiram uma responsabilidade socioambiental, optando por atos, atitudes e produtos que afetem positivamente o bem-estar socioambiental (Laender, 2020). As pesquisas têm sido direcionando a matérias-primas biodegradáveis, pois o seu uso pode auxiliar o meio ambiente sendo um produto que se degrada em menor tempo no solo quando comparado aos recipientes plásticos (Franchetti & Marconato, 2006).

Pesquisas sobre tubetes biodegradáveis estão sendo conduzidas no Brasil (Itauro, 2004; Ferraz & Cereda, 2009; Pereira et al., 2007; Ferraz et al., 2015, Paula, 2022) e outros países, como na Malásia (Mohd Rafee et al., 2019), Estados Unidos (Ahn, et al., 2011) e Itália (Schettini et al., 2013; Candido et al., 2008). Itauro (2004) avaliou os tubetes elaborados com material biodegradável para o cultivo e aroeira, sendo observado diversos pontos favoráveis, como por exemplo, a possibilidade de diferenciar o recipiente pela possibilidade de incorporação de adubo e/ou fitorreguladores na formulação, com ajustes de acordo com a espécie ou variedade de planta a ser cultivada. Em pesquisa recente, tubetes foram desenvolvidos com diferentes proporções de cera de abelha e do resíduo proveniente do beneficiamento da castanha-de-caju. Em viveiro, o material mostrou-se resistente às exposições ao sol, às variações de temperatura ambiente e à rega diária, sem deformação da estrutura, oferecendo condições adequadas à produção de mudas, semelhantes aos tubetes de polipropileno (Paula, 2022).

O comparativo do desenvolvimento da petúnia em saquinhos plásticos e tubetes biodegradáveis constituído a base de fécula de mandioca e raspa de madeira de MDF mostraram que as mudas nos tubetes biodegradáveis apresentaram desenvolvimento significativamente menor, demonstrando uma necessidade de adaptações na dimensão e formato dos tubetes (Ferraz & Cereda, 2009; Ferraz et al., 2015).

Pesquisas utilizando bioplástico e cascas de banana foram desenvolvidas, resultando na produção de dois tipos de recipientes biodegradáveis com diferentes proporções de biomateriais (B) e cascas de banana (PA). As proporções testadas neste estudo foram B50%:PA50% e B30%:PA 70%, onde ficou evidenciado que a menor proporção de cascas de banana diminuiu a resistência à tração do vaso biodegradável a ser preenchido com terra, e que o pote biodegradável B50%:PA50% se decompôs mais rapidamente (Mohd Rafee et al., 2019). Ahn e colaboradores, caracterizaram a biodegradação de bioplásticos à base de fibra de penas de aves (PFF) e ácido polilático (PLA) produzidos por extrusão e moldagem por injeção. A avaliação da biodegradabilidade desses bioplásticos foi através

da medição do dióxido de carbono (CO₂) produzido durante a compostagem controlada em laboratório. Foi evidenciado que os polímeros baseados em PLA são materiais prontamente biodegradáveis por meio de compostagem. No entanto, os vasos que continha as fibras de penas, diferia de outros componentes bioplásticos porque não era facilmente degradável (Ahn, et al., 2011).

Nos Estados Unidos, estudos tiveram como objetivo desenvolver compósitos biodegradáveis de pseudocaule de bananeira reforçados com resíduos agrícolas como folhas de abacaxi, inhame e fibras de aguapé. Os resultados que mais chamaram a atenção, mostram que os compósitos de banana-taro exibiram resistência à tração adequada (25 MPa), alongamento (27%), absorção de água (41%) e 82% de biodegradação em 60 dias. Foi observado que bandejas de mudas biodegradáveis fabricadas a partir de compósito de banana-taro apresentaram 95% de germinação de sementes de tomate e um aumento de 125 cm na altura da planta em 30 dias, superior às bandejas de plástico. A descoberta mostra que o estudo demonstra o potencial dos biocompósitos de banana-taro como alternativas aos vasos de plástico para viveiros, permitindo o crescimento saudável das mudas e eliminando a poluição por resíduos plásticos por meio da biodegradação (ANIRUDH, et al., 2024).

Embora ainda não haja resultados conclusivos sobre os custos, pressupõe-se que os tubetes biodegradáveis possam apresentar custos mais elevados em comparação aos tradicionais (Wendling, 2010). No entanto, pesquisas envolvendo tubetes biodegradáveis são recentes e altamente valorizadas por serem mais alinhadas com as propostas de conservação do meio ambiente (Ferraz et al., 2015).

CONCLUSÃO

Conclui-se que, apesar da expectativa de custos mais elevados para os tubetes biodegradáveis em comparação aos tradicionais, a recente valorização dessas pesquisas se deve à sua maior compatibilidade com as propostas de conservação ambiental. A adoção de tubetes biodegradáveis representa um avanço significativo no desenvolvimento de práticas sustentáveis na produção de mudas, integrando a necessidade econômica à responsabilidade ambiental e contribuindo para um futuro mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ/UEMG (Edital 10/2022) e Programa Institucional de Apoio à Pesquisa da UEMG - PAPq (Edital 11/2022) e à FAPEMIG (Chamada nº 09/2022 – Fortalecimento e Consolidação da Pesquisa na UEMG e UNIMONTES – APQ-03287-22).

REFERÊNCIAS

- AHN, H. K., HUDA, M. S., SMITH, M. C., MULBRY, W., SCHMIDT, W. F., REEVES, J. B.; Biodegradability of injection molded bioplastic pots containing polylactic acid and poultry feather fiber, *Bioresource Technology*, 102 (7), 4930-4933, 2011.
- ANIRUDH, M. K., NANDHU LAL, A. M., HARIKRISHNAN, M. P., JIJO JOSE, THASIM, J., WARRIER, ASWIN. S., RANGASWAMY VENKATESH, UDAY BHANU PRAKASH VADDEVOLU, ANJINEYULU KOTHAKOTA.; Sustainable seedling pots: Development and characterisation of banana waste and natural fibre-reinforced composites for horticultural applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 270, part 1, ISSN 0141-8130, 2024.
- CANDIDO, V.; CASTRONUOVO, D.; MANERA, C.; MICCOLIS, V.. Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) cultivation in biodegradable pots: Mechanical and agronomical behavior of pots and plant traits. *Acta Horticulturae*, 801, p.1563–1570, 2008.
- COSTA, J.P.; DUARTE, A.C.; ROCHA-SANTOS, T. Plástico no ambiente. *Recursos Hídricos*, 40 (1), 11-18, 2016.
- CUNHA, F. L., SILVA, O. M. C., ARAUJO, V. C., VENTURIN, N., MELO, L. A.; Carbonized cuffed straw in renewable substrates for sugar production of *Eucalyptus urophylla* and *Anadenanthera macrocarpa*. *Ci. Fl.*, Santa Maria, 32 (2), 548-572, 2022.
- DOBNER JÚNIOR, M., TRAZZI, P. A., HIGA, A. R., SEITZ, R. A.; Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. *Sci. For.*, Piracicaba, 41 (97), 7-14, 2013.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Produção de sementes e mudas de espécies florestais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 83-124, 2008.
- FRANCHETTI, S. M. M. & MARCONATO, J. C.; Polímeros biodegradáveis – uma solução parcial para diminuir a quantidade dos resíduos plásticos. *Química Nova*, 29 (4), 811-816, 2006.
- FERRAZ, A. V. & ENGEL, V. L.; Effect of the root trainers size on seedling quality of jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), Ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex dc.) Sandl.) and Guaruaçaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). *Rev. Árvore*, Viçosa-MG, 35 (3), 413-423, 2011.
- 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*, 9 (1): 74-83, 2015.
- FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; Avaliação econômica e energética da utilização de tubetes biodegradáveis para a produção de mudas de *Petúnia comum* (*Petunia x hybrida*). *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, 24 (4), 65-76, 2009.
- GASPARIN, E., ARAUJO, M. M., SALDANHA, C. W., TOLFO, C. V.; Controlled release fertilizer and container volumes in the production of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan seedlings *Acta Scientiarum. Agronomy* Maringá, 37 (4), 473-481, 2015.
- GOMES, J. M., COUTO, L., LEITE, H. G., X, A., GARCIA, S. L.R.; Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K¹. *Rev. Árvore*, Viçosa-MG, 27 (2), 113-127, 2003.

- IATAURO, A.R. Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, 59, 2004.
- INSTITUTO ESCOLHAS. Quanto o Brasil precisa investir para recuperar 12 milhões de hectares de florestas?. São Paulo, 2016.
- LAENDER, V. M. Os indicadores ESG (environmental, social and governance) divulgados por meio de relatos de sustentabilidade como paradigma atual para investimentos financeiros em empresas e a sua regulação no Brasil e na União Europeia. In: ARAGÃO, A.; GARBACCIO, G.L. (coord.). Compliance e sustentabilidade: perspectiva brasileira e portuguesa. Coimbra: Instituto Jurídico, 260, 2020.
- LELES, P. S. S., LISBOA, A. C., OLIVEIRA NETO, S. N., GRUGIKI, M. A., FERREIRA, M. A.; Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Floresta e Ambiente*, 13 (1), 69-78, 2006.
- LIMA, F. S., VENTURIN, N., CARLOS, L., SANTOS, S. C., MACEDO, R. L. G.; Efeito do espaçamento entre tubetes na produção de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight. & Arn. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 10 (18), 1426-1433, 2014.
- LIMA-FILHO, P., LELES, P. S. S., ABREU, A. H. M., SILVA, E. V., FONSECA, A. C.; Seedling production of *Ceiba speciosa* in different volume of tubes using biosolids as substrate. *Ci. Fl.*, Santa Maria, 29 (1), 27-39, 2019.
- LISBOA, A. C., SANTOS, P. 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*, Viçosa-MG, 36 (4), 603-609, 2012.
- MARANA, J. P., MIGLIORANZA, E., FONSECA, E. P., KAINUMA, R. H.; Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38 (1), 39-45, 2008.
- MOHD RAFEE, S.N.A.; LEEM, Y.L.; JAMALLUDIN, M.R.; ABDUL RAZAK, N.; MAKHTAR, N.I.; ISMAIL, R.I. Effect of different ratios of biomaterials to banana peels on the weight loss of biodegradable pots. *Acta Technologica Agriculturae*, 1, 1-4, 2019.
- ONU. Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil. Brasil: Nações Unidas Brasil, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 02 fev. 2021.
- PAULA, Y. L.; Tubetes biodegradáveis a base de cera de abelha e resíduos da castanha-de-caju. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, 2022.
- PEREIRA, C. S.; SILVA, A. A.; CARVALHO, S. J.; GUIMARÃES, R. J.; POZZA, E. A. Tubetes biodegradáveis produzidos com cera de abelha. In: Simpósio de pesquisas dos cafés do Brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia-SP. Anais [...]. Brasília-DF: Embrapa Café, 2007.
- SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. F. *Matas ciliares conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 313-317, 2004.
- SANTOS, C. B., LONGHI, S. J., HOPPE, J. M., MOSCOVICH, F. A.; Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 10 (2), 1-15, 2000.

SCHETTINI, E.; SANTAGATA, G.; MALINCONICO, M.; IMMIRZI, B.; MUGNOZZA, G.S.; VOXA, G. Recycled wastes of tomato and hemp fibres for biodegradable pots: Physicochemical characterization and field performance. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 70, p. 9-19, 2013.

WENDLING, I.; Cultivo do eucalipto. Embrapa Florestas. Sistema de produção, 4 - 2 edição, 2010.

WENDLING, I.; GOTTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Planejamento e instalação de viveiros. Viçosa: Aprenda Fácil, 120, 2001.