

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

ESTUDO DA FIBRA DE COCO PARA CONFECÇÃO DE RECIPIENTES
BIODEGRADÁVEIS

JOSÉ ANTÔNIO LINHARES JÚNIOR

Cruz das Almas, julho de 2016

JOSÉ ANTÔNIO LINHARES JÚNIOR

ESTUDO DA FIBRA DE COCO PARA CONFECÇÃO DE RECIPIENTES
BIODEGRADÁVEIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo estudante José Antônio Linhares Júnior como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob orientação da Prof. Dr^a Rozimar de Campos Pereira.

Cruz das Almas, julho de 2016

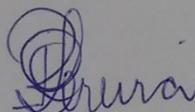
JOSÉ ANTÔNIO LINHARES JÚNIOR

ESTUDO DA FIBRA DE COCO PARA CONFEÇÃO DE RECIPIENTES
BIODEGRADÁVEIS

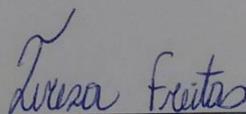
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como pré-requisito para a obtenção
de grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

APROVADO EM: 13/07/2016

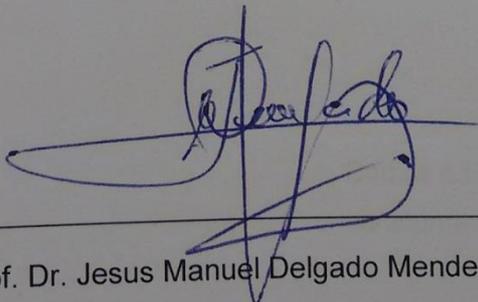
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr.^a Rozimar de Campos Pereira
(Orientadora)



Prof. Dr.^a Teresa Aparecida Soares de Freitas



Prof. Dr. Jesus Manuel Delgado Mendez

Dedico à Deus e a minha família pelos
constantes ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar me guiando e renovando minha fé em todos os momentos;

Aos meus pais, Ana e José Linhares, pela paciência, amor, ensinamentos e cuidados constantes;

A minha irmã Fernanda, pelo carinho e companheirismo;

A minha namorada Carla, pela dedicação, auxílio constante, companheirismo, cumplicidade e, principalmente, pelo seu amor;

Aos meus sogros, Josilene e Carlos de Jesus, e à minha cunhada, Camila, pelo carinho e amizade construídos;

A minha orientadora, professora Dr^a Rozimar de Campos Pereira, pelos ensinamentos, conselhos, amizade e por ser referência como profissional;

A professora Dr.^a Cláudia Gomes, pelo auxílio e incentivo na realização deste trabalho;

Ao amigo, Roberto Quinteiro, pelo companheirismo e amizade a toda prova;

A Zayda Morales (Pia), por me ensinar a não esmorecer frente às dificuldades;

Aos amigos que fiz durante a graduação e amenizaram a saudade de casa;

Aos professores Dr. Josival Souza e Dr.^a Teresa de Freitas, pelos conselhos e apoio em momento de dificuldade;

A professora Dr.^a Andrea Vita, por conceder gentilmente o peagâmetro do seu laboratório;

As técnicas Vitória e Gabriela, pela ajuda na realização deste trabalho;

Aos professores da UFRB, pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação;

Aos funcionários da UFRB, pela prestatividade e amizade;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação humana.

Muito obrigado por cada momento!

“Levanta-te, resplandece, porque vem a tua luz, e a glória do SENHOR vai nascendo sobre ti.”

(Isaías 60:1)

RESUMO

Os recipientes mais utilizados para produção de mudas florestais são derivados de petróleo, porém, novas alternativas que causam menor impacto ao ambiente vêm ganhando espaço no setor, aliado ao uso racional da água de irrigação. A evolução dos recipientes para produção de mudas florestais de qualidade tem proporcionado a melhoria do sistema. Diante dos problemas ambientais, principalmente, ocasionados pela matéria-prima dos tubetes de polietileno, há a busca por recipientes alternativos, como os biodegradáveis, os quais podem ser plantados com a muda. Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica (física) do recipiente biodegradável confeccionado com fibra de coco. Avaliou-se parâmetros como pH, composição química da fibra, integridade dos tubetes com e sem substrato e a influência do adesivo (cola) feito de amido na composição dos recipientes. Dos três tratamentos com diferentes doses de bicarbonato de sódio (NaHCO_3), tratamento 1 sem adição de NaHCO_3 , tratamento 2 com adição de 3 g. de NaHCO_3 e tratamento 3 com adição de 6g. de NaHCO_3 , os recipientes provenientes do tratamento 1, sem adição de NaHCO_3 , apresentaram características com melhor qualidade nas condições em que os testes foram realizados, demonstrando estar mais aptos ao ciclo de produção de mudas. A cola de amido se mostrou satisfatória, impedindo que os tubetes perdessem forma, a ponto de se romperem, inviabilizando a sua utilização no tempo avaliado. Nos testes químicos foi identificado na composição dos tubetes a presença de substâncias importantes ao desenvolvimento das mudas. A fibra de coco é predominantemente constituída por água, apenas 12% é uma mistura de fibra e pó. Também foi verificado que a presença de NaHCO_3 na composição da cola interferiu nos processos de absorção e perda de umidade pelos recipientes.

Palavras-chave: Resíduo, sustentabilidade, produção de mudas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1. Produção e qualidade de mudas no brasil	11
3.2. Tipos de recipientes	12
3.2.1. Sacolas plásticas	13
3.2.2. Tubetes de polipropileno	15
3.3. Tubetes biodegradáveis	16
3.4. Fibra de coco na fabricação de recipientes	18
3.5. Adesivos ecológicos	19
4. METODOLOGIA	21
4.2. Resíduo de coco	21
4.3. Análise de perda de água e teor de fibra	22
4.4. Cozimento das fibras de coco (deslignificação)	22
4.5. Análise composicional química	23
4.6. Desenvolvimento de adesivo ecológico	24
4.7. Desenvolvimento dos recipientes	24
4.8. Avaliação de pH	25
4.9. Avaliação de integridade dos tubetes	26
4.10. Avaliação de integridade dos tubetes com substrato	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.2. Análise de perda de água e teor de fibra	27
5.3. Identificação composicional química	28
5.4. Avaliação de pH	29
5.5. Avaliação de integridade dos tubetes	30
5.6. Avaliação de integridade dos tubetes com substrato	33
6. CONCLUSÃO	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

O sucesso dos projetos de implantação florestal, tanto para proteção como para produção, dependem diretamente da qualidade das mudas utilizadas (DUREYA, 1984; KELLER, 2006), as quais são consequência das características genéticas da espécie propagada e das condições específicas de manejo das mudas no viveiro, que variam conforme a espécie, época do ano e região geográfica (ALFENAS et al., 2004). Dessa forma, uma muda padrão é definida por suas características morfológicas, fisiológicas, genéticas e ambientais (ROSE et al., 1990; WILSON e JACOBS, 2006).

A produção de mudas com a utilização de tubetes iniciou-se na década de 70, representando uma evolução nos viveiros do mundo, sendo o uso amplamente difundido no Brasil para mudas de rápido crescimento com fins comerciais, devido às suas vantagens operacionais, econômicas e biológicas (JOSÉ et al., 2005).

O uso dos tubetes permitiu a melhoria da qualidade em razão do melhor controle nutricional, proteção das raízes contra choques mecânicos e desidratação, assim como facilidade do manuseio no viveiro, transporte, distribuição das mudas e plantio (GOMES e PAIVA, 2004), além de permitir maior quantidade de mudas por área, automatização do sistema de produção e reutilização por um tempo maior que cinco anos (DAVIDE e FARIA, 2008), quando estes são comparados com sacolas plásticas.

Estes tubetes de polietileno, disponíveis hoje, no mercado em grande escala, são fabricados a partir de derivados de petróleo, e apresentam degradação completa no ambiente em torno de 400 anos (FLORES et al, 2011). Além das questões de poluição ambiental causada pelo seu resíduo, a sua utilização pode provocar danos às raízes durante a produção de mudas, bem como, durante a retirada das mudas do tubete (DIAS, 2011).

Em virtude dos resíduos gerados por recipientes à base de petróleo, a sociedade, de maneira geral, pressiona cada vez mais para que haja uma solução para os problemas nas questões ambientais (IATAURO, 2004). No setor florestal, há uma tendência pela busca por alternativas que visam à sustentabilidade, como é o caso do uso de materiais degradáveis. Uma solução para a substituição dos tubetes

de plástico rígido são os recipientes biodegradáveis, os quais podem ser plantados juntamente com as mudas (DIAS, 2011).

Com a disponibilidade de matérias-primas biodegradáveis, outros fatores podem também ser favorecidos, tais como a redução na importação de matérias-primas, dos custos de produção e a diversificação de produtos desenvolvidos e fabricados com tecnologia nacional.

Segundo latauro (2001), os tubetes elaborados com material biodegradável apresentam diversos pontos favoráveis. Em primeiro lugar é possível 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. Também é possível a introdução de fungicidas e/ou bactericidas controlando ataques de patógenos que podem aumentar as perdas no viveiro. A principal vantagem, no entanto, poderá ser o melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo pelo menor estresse no momento do plantio, com a manutenção da integridade das raízes. Como o material é composto de fibras orgânicas com certa porosidade, as raízes podem ultrapassar as paredes dos mesmos, não se restringindo ao interior do tubete.

Caso comprovada sua viabilidade, os tubetes biodegradáveis podem proporcionar economia energética na área do viveiro de produção de mudas, pois não havendo necessidade da retirada das mudas dos tubetes, e possibilitar recolhimento deste no campo, reduzindo a mão-de-obra, o que pode refletir em maior quantidade de mudas plantadas.

Ainda no viveiro o tempo de permanência das mudas poderá ser reduzido, pois sendo os recipientes plantáveis se tornam um invólucro protetor das raízes possibilitando um plantio precoce, aumentando a capacidade produtiva do viveiro.

Pelas diversas razões expostas os recipientes biodegradáveis tem sido intensamente pesquisados. Essa nova proposta vem ao encontro das necessidades e respeito ao meio ambiente, com uso de matérias-primas renováveis, menores gastos de energia, redução no volume de resíduos, o que proporcionaria uma melhoria na qualidade de vida da população. A adoção destes recipientes biodegradáveis passa pela necessidade de caracterizá-las quanto às suas

propriedades mecânicas e físicas, comparando-as com recipientes processados a partir do petróleo. Inclusive, avaliando o desenvolvimento das mudas em ambos os tubetes.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi caracterizar física e quimicamente as fibras de coco, bem como o material para confecção dos tubetes biodegradáveis para a produção de mudas de espécies florestais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Produção e qualidade de mudas no brasil

Há, cada vez mais, dependência de madeira pelas diversas civilizações espalhadas pelo planeta. Essa matéria-prima está presente em quase todos os setores de produção, em que o desenvolvimento da indústria e o crescente consumo impulsionaram a necessidade de plantar árvores. O Brasil é reconhecidamente um país florestal, com 5,1 milhões de quilômetros quadrados que abrangem os diferentes biomas. Entretanto, são as florestas plantadas que reduzem o consumo de recursos naturais (ABRAF, 2013).

Utilizar florestas plantadas para suprir a demanda da indústria garante a conservação do meio ambiente, uma vez que, as florestas de *Pinus* e *Eucalyptus* são destinadas à produção de papel, madeira, carvão e energia. No ano de 2012, o Brasil possuía cerca de 6,66 milhões de hectares de florestas plantadas. Dos quais 76,6% da área total dos plantios eram de povoamentos de *Eucalyptus* e 23,4% de *Pinus* (ABRAF, 2013).

Freitas e Klein (1993) argumentam que os problemas relacionados com a produção de mudas, ainda no viveiro, têm sido umas das principais causas da mortalidade no campo nos primeiros anos da implantação, podendo representar 15% nos dois primeiros anos e 20% até os setes anos.

De acordo com Carneiro (1983, 1995) os critérios para a classificação de qualidade de mudas são estabelecidos pelo aumento do percentual de sobrevivência das mudas em campo (pós-plantio), pela redução da frequência dos tratos culturais. Em relação à morfologia das mudas definida como fator de qualidade são empregadas as seguintes características: altura, diâmetro do colo, quantidade de ramos e folhas, massa seca da parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular (CARNEIRO, 1995).

A muda de boa qualidade aparenta vigor e bom estado nutricional, com folhas de tamanho e coloração típicas da espécie. Sua altura ideal varia entre 20 a 35 cm e o diâmetro do colo entre 5 a 10 mm, e a relação altura diâmetro (H/D) entre 2 a 3,5 (plantas mais firmes) e entre 7 e 4 (menor firmeza da haste) (GONÇALVES et al., 2000; GOMES et al., 2003; CALDEIRA et al., 2008; DAVIDE e FARIA, 2008).

Na fase de produção das mudas, a principal característica a ser considerada é o desenvolvimento do sistema radicular, por este influenciar a capacidade de sobrevivência em campo (TORAL et al., 2000). Contudo, a avaliação do sistema radicular geralmente é destrutivo e demorado (IVETIĆ et al., 2013). O padrão de qualidade das mudas florestais está relacionado a vários fatores de produção, dentre eles, os recipientes (CARNEIRO, 1995; BARROSO et al., 2000; KOSTOPOULOU et al., 2011; SILVA et al., 2006). Além das variáveis morfológicas e fisiológicas das mudas que devem ser analisadas para determinação da sua qualidade, os tipos de recipientes são de extrema importância, por esse afetar o crescimento das mudas no viveiro e pós-plantio quando utilizado equivocadamente, além de muitos deles causarem impactos ambientais negativos, por serem descartados de forma inadequada (STURION e ANTUNES, 2000).

3.2. Tipos de recipientes

Primordialmente, no processo de produção de mudas florestais no Brasil era utilizado, largamente, recipientes laminados de madeira, torrão paulista e taquaras sendo posteriormente substituídos por sacolas plásticas de polietileno. Na década de 1980 iniciou-se o uso de tubetes que ainda hoje se mantém como o principal no setor de produção (GOMES et al., 2003).

O uso desses recipientes foi impulsionado, principalmente, pelas empresas do setor florestal que utilizam espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* como matéria-prima (SCHORN & FORMENTO, 2003).

Quando comparado a técnica de produção em raiz nua, o uso em recipientes tem como principais vantagens a melhora na adaptação a locais de menor disponibilidade hídrica, redução dos choques provocados pela etapa de plantio e acima de tudo, resolve o entrave de produção de mudas para determinadas espécies (SCHORN & FORMENTO, 2003).

Portanto a definição do recipiente irá direcionar o manejo ideal a ser realizado no viveiro, a delimitação do sistema de irrigação utilizado e a estipulação da capacidade de produção anual a ser alcançada (WENDLING, 2010). A escolha incorreta do recipiente pode gerar baixa qualidade da produção, alterando o crescimento radicular e da parte aérea promovendo, assim, um desequilíbrio. Podendo influenciar no tempo de permanência das mudas no viveiro, na sobrevivência e no desenvolvimento no campo após o plantio (DIAS, 2011).

3.2.1. Sacolas plásticas

A escolha do recipiente está correlacionada com fatores como custo, infraestrutura e produtividade. O uso de sacolas de polietileno é amplamente difundido entre pequenos produtores pelo baixo custo de aquisição das embalagens. Como também tem sua utilização para mudas de espécies florestais que não se adaptam a outros recipientes (STURION & ANTUNES, 2000).

O uso de sacolas plásticas na produção de mudas requer menor gasto com irrigação, uma vez que estas embalagens apresentam melhor retenção de umidade. Além disso, comportam maior quantidade de substrato em comparação com os tubetes de polipropileno (FELFILI et al., 2000).

O maior fator que o torna menos eficiente em relação aos tubetes de plástico é ausência de estrias que conduzam as raízes. As paredes lisas da sacola plástica além de deformar o sistema radicular, podem trazer complicações para o indivíduo adulto provocando baixa estabilidade (GOMES et al., 2003).

No entanto, mesmo apresentando desvantagens como longo período de decomposição, envelhecimento ou dobra do sistema sub-apical da muda, necessidade de grandes áreas para produção, custo elevado com transporte e rendimento ineficiente na etapa de plantio, os sacos plásticos tem seu uso justificado pela maior disponibilidade do produto no mercado e menor valor de aquisição, além de mecanicamente possuírem alta resistência (PAIVA, 2001).

Os plásticos são utilizados, praticamente, em todas as atividades humanas, o que tem evidenciado um grande problema ambiental, pois o plástico possui resistência à biodegradação natural (VERT et al., 2002). Os plásticos não renováveis apresentam um período de decomposição total superior a 100 anos e por possuir alta massa molar média e hidrofobicidade, estas características são responsáveis por impedir a ação dos microrganismos e suas enzimas na superfície do polímero (CHIELLINI e SOLARO, 1998; FABRO et al., 2007). Segundo Oliveira (2012) a maioria dos plásticos são caracterizados por não serem biodegradáveis, por outro lado, são extremamente duráveis e apresentam um longo tempo até serem decompostos totalmente.

O impacto ambiental causado pelo descarte de recipientes de origem petrolífera é um enorme problema mundial (HENRIQUE et al., 2008). A procura pela mudança dessa problemática tem sido a busca por produtos biodegradáveis (HENRIQUE, 2002), e a sua redução é um caso primordial conforme os distúrbios ecológicos e as questões sociais causadas (COLLA, 2004).

Pesquisas mais recentes têm buscado a utilização de materiais renováveis e biodegradáveis capazes de substituir os polímeros originários do petróleo (BRIASSOULIS, 2006, 2007; SHEY et al., 2006). Como uma futura alternativa em substituição aos plásticos não degradáveis, os materiais plásticos biodegradáveis logo após a sua vida útil são incorporados ao solo e assimilados por microrganismos. Dessa forma, retornam ao ecossistema natural não causando algum tipo de poluição e danos ao ambiente (NARAYAN, 2001; STEVENS, 2002; DIAS, 2011).

A utilização comercial dos polímeros biodegradáveis está disponível há cerca de 20 anos, mas ainda não são competitivos com os polímeros tradicionais, pois

apresentam um elevado custo de produção, embora isso esteja diminuindo ao longo dos anos (FALCONE et al., 2007; VOLOVA et al., 2007).

Estes materiais têm que manter as suas propriedades físicas e mecânicas, enquanto em uso, mas tem que ser compostáveis ou biodegradáveis por se degradarem através de micro-organismos (bactérias, fungos e algas) em dióxido de carbono ou metano, água e biomassa no final da sua vida, e não apresentar toxicidade (FEUILLOLEY et al., 2005; VOX e SCHETTINI, 2007).

3.2.2. Tubetes de polipropileno

O uso de tubetes simboliza a evolução e consolidação das técnicas de viveiro, possibilitando o desenvolvimento de espécies em ambientes artificiais com variáveis controláveis (IATAURO, 2004). O objetivo principal do uso desses recipientes é promover a redução de manuseio das plantas nas fases de plantio definitivo (FILGUEIRA, 2003).

Com a produção nacional de espécies vegetais direcionada para o cultivo de *Eucalyptus* e *Pinus*, e em menor escala, embora em ritmo crescente, para a produção de espécies vegetais nativas, o uso de tubetes é notável. Esses recipientes são geralmente cônicos, apresentando seção quadrangular ou redonda. Para espécies que apresentam crescimento rápido, há maior utilização de tubetes de polipropileno com capacidade de 50 cm³, à exemplo dos recipientes usados para produção de eucaliptos, pinos e espécies pioneiras nativas. Entretanto, espécies cujo crescimento inicial é mais lento, como as espécies não pioneiras nativas, os tubetes indicados apresentam 100 cm³ ou volume superior (MACEDO, 1993). De maneira geral, visando reduzir os efeitos de enovelamento do sistema radicial da muda, os tubetes possuem estrias internas, com distâncias iguais uma das outras (SCHORN & FORMENTO, 2003).

Alguns fatores positivos podem ser destacados com a utilização dos tubetes de plástico rígido. Dentre eles a possibilidade de reuso após a etapa de plantio no campo, necessitam de área reduzida para produção devido ao menor diâmetro, são mais leves devido os tipos de substratos utilizados, a etapa de produção de mudas pode ser mecanizada, redução nas taxas de aparecimento de pragas e doenças e

permite a melhor postura do funcionário durante as operações. Entretanto, apresenta desvantagem como o alto custo de aquisição na fase de implantação (SCHORN & FORMENTO, 2003).

3.3. Tubetes biodegradáveis

Estudos recentes com recipientes biodegradáveis na área florestal tem tido um grande enfoque para produção de mudas, onde os tubetes biodegradáveis são caracterizados por serem ricos em matéria orgânica, podendo encontrar seres decompositores (FERRAZ, 2006). Os microorganismos decompositores são fungos, bactérias e outros poucos grupos de organismos heterotróficos. Os fungos são seres responsáveis pela reciclagem de resíduos vegetais que decompõem por ação celulítica e lignolítica (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

Diante das perspectivas de sustentabilidade (reduzir, reutilizar e reciclar), os recipientes biodegradáveis surgem como uma alternativa na produção de mudas. A busca por alternativas surge para reduzir a dependência pelo uso de recipientes derivados do petróleo, como o plástico, que contribuiu fortemente para a problemática ambiental (HENRIQUE, 2002).

Em comparação com os tubetes plásticos, que apresentam necessidade de retorno após o plantio e necessidade de esterilização visando menor contaminação das mudas, os tubetes biodegradáveis podem evitar essas etapas. Com a utilização de tubetes biodegradáveis a redução de custos operacionais é maior, uma vez que não mais é necessário a utilização de mão-de-obra para desentubetar as mudas no momento de plantio. Evitando, ainda, problemas operacionais como remoção de tubetes no campo, perdas e danificações e utilização de técnicas de desinfecção (WENDLING & DUTRA, 2010). Além disso, o material biodegradável confere boas características na fase de plantio. Tornando o crescimento das mudas no campo mais rápido e proporcionando menor estresse (IATAURO, 2001).

Problemas de qualidade de mudas, supostamente resultantes da utilização de recipientes de paredes rígidas, têm incentivado estudos com objetivo de desenvolver novas técnicas de produção de mudas florestais que não favoreçam a restrição radicular e que permitam a prática da poda (FREITAS et al., 2009).

De acordo com Gomes et al. (2003) as pesquisas com recipientes para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e buscando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo apresentar boa arquitetura, e que, por ocasião do plantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, permitindo que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o desenvolvimento inicial da planta em campo.

Moreira et al. (2011) avaliaram o pegamento e crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em tubetes biodegradáveis, e posteriormente introduzidas em campo. Os tubetes utilizados eram da marca *Ellepot®*, feito de papel degradável, certificado pelo FSC (Forest Stewardship Council – Conselho de Manejo Florestal), e no caso, preenchidos com diferentes substratos.

Na década de 1970 foram realizadas pesquisas com recipientes degradáveis para produção de mudas florestais. Brasil et al. (1972) observaram que os tubetes de papelão apresentaram boa permeabilidade, permitindo a expansão da raiz e boa resistência para transporte para o campo. Bertolani et al. (1975) avaliando três modelos de tubetes (laminado, tubete de papelão e nebramuda) com *Pinus* observaram que o paper pot e o laminado proporcionaram melhor desenvolvimento de mudas.

Iatauro (2004), pesquisando a produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* utilizando tubetes biodegradáveis, concluiu que estes foram eficazes e com potencial para substituir os tubetes plásticos, pois apresentaram bom desempenho quando transplantadas para vasos, com relação à sobrevivência e desenvolvimento, e com a vantagem da diminuição do ciclo de produção.

Norashikin e Ibrahim (2009), pesquisando a biodegradação de vasos à base de palha de milho (Biopot), concluíram que o filme de palha de milho se degrada totalmente em 270 dias no solo sob condições controladas. Candido et al. (2011) estudaram o cultivo de uma planta ornamental (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) em diferentes tipos de vasos biodegradáveis, sendo eles de poliéster biodegradável com diferentes percentuais de fibras vegetais ou compostos, e também por vasos de polietileno, com diâmetros superiores a 16 e 20 cm. Os

resultados confirmaram que os vasos de poliéster biodegradáveis são adequados para o cultivo de *E. pulcherrima* em ambos tamanhos de vasos.

Conforme Flores et al. (2011) os recipientes a base de fibra de coco mantêm sua estrutura física durante a fase no viveiro, característica muito importante para produção de mudas de alta qualidade. Este recipiente propicia que as raízes das mudas ultrapassem a sua parede, promovendo a formação da arquitetura natural, colaborando assim para uma melhor adaptação da planta no campo.

Dias (2011), ao comparar o desenvolvimento de mudas de *Paratecoma peroba* produzidas com tubetes biodegradáveis e de polietileno, evidenciou um bom padrão de qualidade para ambos os casos, mas que se deve observar o volume do tubete a ser utilizado.

No entanto, os vasos com maior porcentual de fibras vegetais e com maior diâmetro não apresentaram condições adequadas para o cultivo dessa espécie, pois não teve resistência suficiente para durar todo o ciclo da planta.

Lopez e Camberato (2011) avaliaram o desenvolvimento de *Euphorbia pulcherrima* (bico-de-papagaio, flor-do-natal) em diferentes recipientes biodegradáveis e compostáveis. Observaram que os recipientes alternativos mais promissores para esta espécie foram os moldados com fibra, casca de arroz, bioresina do trigo derivados do amido, sendo que, os recipientes moldados de fibra e de casca de arroz apresentaram padrões superiores de crescimento da planta em relação dos outros recipientes biodegradáveis.

3.4. Fibra de coco na fabricação de recipientes

O coco (*Cocus nucifera*) é um fruto largamente consumido no Brasil, tanto pela sua água quanto pelo bagaço e cascas que apresentam características que favorecem seu uso como matéria-prima na indústria (FRUTAS DO BRASIL, 2002).

Os altos índices de resíduos gerados são justificados pela posição global do Brasil de maior produtor, com 2,77 bilhões de toneladas de cocos produzidas (FAO, 2008). Embora sejam feitos esforços tecnológicos para aproveitar maximamente os resíduos, pouco se aproveita, ainda, do potencial de uso desse fruto (COELHO et al, 2001).

O descarte desse subproduto no meio ambiente deve obedecer padrões requisitados na Legislação Ambiental após o devido tratamento a fim de não causarem poluição (AQUARONE, 1990). Entretanto, o que se observa é que boa parte do que constitui o lixo das praias brasileiras é formado por coco verde. A falta de conhecimento das suas propriedades é o grande entrave da indústria de beneficiamento de fibras que acabam não aproveitando corretamente o produto (ROSA et al, 2001).

A casca de coco verde, parte nobre para o setor de reutilização de resíduos, apresenta em sua constituição fibras (grande maioria do seu volume) e pó. A fibra do coco pode ser definida como material lignocelulósico, que possui alta dureza e, principalmente, durabilidade. Justificado pelo alto teor de lignina se comparado com outras fibras naturais (SILVA, 2006). A fração pó é resultado do processamento da casca do coco verde (KAMPF & FERMINO, 2000). A depender de alguns fatores como origem, época de coleta e quantidade de chuvas, a composição química do coco pode variar (ROSA et al, 2001).

Flores et al. (2011) pesquisaram a produção de mudas de qualidade de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb e *Tabebuia rosea* (Bertol) DC, utilizando recipientes biodegradáveis, constituído por 65% de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.) e 35% de látex da seringueira (*Hevea brasiliensis* (Wild. Ex A. Juss.)), concluindo que o uso do recipiente a base de fibra de coco proporcionou maiores crescimentos em altura para *E. cyclocarpum*, e em diâmetro do colo para *T. rosea*. Ambas as espécies tiveram melhores resultados nos recipientes biodegradáveis, comparada àquelas produzidas em recipientes plásticos.

A potencialidade de uso da fibra de coco alcançará novos patamares quando se aprimorar o conhecimento a respeito das suas características químicas, mecânicas e térmicas. Dessa forma, novos estudos devem ser estimulados a fim de obter melhor caracterização e utilização tanto da fibra quanto do pó da casca do coco verde (SILVA, 2006).

3.5. Adesivos ecológicos

O uso de adesivos para unir superfícies acompanha a história do homem, com a utilização de colas cuja constituição básica eram polissacarídeos de fontes

naturais. Muitos deles provenientes de proteínas do sangue, couro, caseína (proteína do leite) e amido. Entretanto, com a especialização da indústria e o domínio de novas técnicas de refino do petróleo, houve substituição dos compostos naturais por polímeros sintéticos. Esses adesivos sintéticos apresentavam melhor rigidez, durabilidade e, em algumas situações, maior resistência à água (FRIHART & HUNT, 2010).

Uma vez que os adesivos sintéticos apresentavam características superiores de colagem, viscosidade, pH e tempo de gel, estes passaram a ser largamente produzidos e comercializados. Tendo grande destaque para aqueles constituídos de fenol-formaldeído e uréia-formaldeído (ALMEIDA, 2009)

Embora apresentem características destacáveis na qualidade final e propriedades de ligação, adesivos sintéticos são comprovadamente nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, há uma busca intensa por materiais naturais capazes de substituir as formulações dos adesivos, de maneira parcial ou total, e sem que haja redução na qualidade final (TEODORO & LELIS, 2005).

Desta forma, produtos como o álcool furfurílico e o hexametenotetramina são substitutos promissores dos adesivos sintéticos. O álcool furfurílico além de menor impacto ambiental, tem seu preço substancialmente menor, uma vez que pode ser obtido através de subprodutos do bioetanol. A hexametenotetramina é um composto orgânico, sendo considerado agente livre de formaldeído (ESTEVES et al, 2011). Entretanto, alternativas naturais, mais acessíveis e de baixo custo são destacáveis com o uso de colas à base de amido, utilizada no presente trabalho para compor os tubetes biodegradáveis.

O incentivo à pesquisa e utilização de adesivos ecológicos, além oferecerem possibilidade de menor impacto ambiental, trazem em seu conceito, menor dependência de combustíveis fósseis e garantem redução no custo final do produto. Conseqüentemente, o fator econômico aliado à busca por materiais ecológicos tem sido o principal motor de pesquisa nesse setor (GOULART et al, 2012).

Além disso, os princípios de sustentabilidade fomentam o uso de polímeros biodegradáveis, estimulando a pesquisa e o consumo de produtos que agridam menos o meio ambiente, sendo um dos grandes desafios da sustentabilidade a

formulação de um produto que gere menor dependência dos derivados de petróleo. Diante desse ponto de vista, o baixo custo, a biodegradabilidade e a disponibilidade tornam o uso de amido como matéria-prima do adesivo ecológico uma escolha destacável no desenvolvimento de novos materiais biodegradáveis (SCHLEMMER, 2010).

4. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios do Complexo da Engenharia Florestal e no Prédio de Química da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, BA.

4.2. Resíduo de coco

A casca de coco verde, adquiridas no comércio local da cidade de Cruz das Almas (BA), foram levadas para o laboratório de Anatomia da Madeira na UFRB, onde através do beneficiamento da casca, foi obtida a fibra de coco. Com o objetivo de obter fibras de comprimento semelhante foram feitos sulcos horizontais e verticais no coco (Figura 1A). Os cavacos foram retirados do mesocarpo (Figura 1B) foram lavados em água para retirar impurezas, deixando-os em condições ambientais por três dias, com revolvimentos diários para uniformizar a secagem.



Figura 1. Coco verde sem o epicarpo (epiderme lisa) (A) e cavacos (mesocarpo) (B).

4.3. Análise de perda de água e teor de fibra

Selecionou-se três amostras de 100 gramas da pilha de cavacos, retiradas com a fibra ainda úmida e pesadas em balança de precisão (Figura 3A). Em seguida, as fibras foram postas em bandejas de alumínio, onde permaneceram por 12 horas em estufa com circulação de ar forçada à 100°C (Figura 3B)

A cada três horas, as amostras foram retiradas da estufa, postas em dessecador contendo cristais de sílica e pesadas para verificar a perda de água pelas fibras. Essa avaliação tinha por objetivo estipular o peso seco. Uma vez que a variação de umidade fosse igual a zero ou menor do que um, o peso das amostras estaria estabilizado.



Figura 2. Pesagem das amostras (A) e secagem dos cavacos em estufa com circulação de ar forçada (B).

4.4. Cozimento das fibras de coco (deslignificação)

Por apresentar fibras com alta dureza e durabilidade, além de grande quantidade de lignina em sua constituição (SILVA, 2006), as fibras de coco necessitaram ser cozidas. O cozimento além de amolecer as fibras, remove os compostos indesejados para a obtenção do tubete. Para a deslignificação foram utilizados 50 g de fibra seca em 1000 mL de água e 85 mL de solução de hidróxido

de sódio (NaOH) à 5% (p/v). A solução juntamente com as fibras foram cozidas em panela de pressão à 120°C por 45 minutos (figura 2A). Posteriormente, com as fibras já cozidas, o material foi peneirado e lavado em água destilada. Em seguida, o material foi levado para liquidificador com lâminas sem corte, acrescentando-se água destilada ao volume, para obter fibras individualmente separadas. A mistura foi novamente peneirada e lavada com água destilada. Em seguida foi levada para estufa à 100°C, por um período de oito horas, para secagem (figura 2).



Figura 3. Cozimento dos cavacos (A) e as fibras deslignificadas (B).

4.5. Análise composicional química

Essa etapa de estudo foi realizada no Laboratório de química da UFRB. Para essa análise foi separada uma amostra de 100 gramas e em seguida, foi cozida em 500 ml de água destilada durante 30 minutos sem adição de reagente (Figura 4). Após esse período, uma amostra de 250 ml foi retirada da solução proveniente do cozimento e levada ao laboratório de química da UFRB a fim de identificar quais elementos químicos seriam encontrados na mistura.



Figura 4. Cozimento da amostra sem adição de reagente.

4.6. Desenvolvimento de adesivo ecológico

Para obtenção do adesivo à base de amido, foram utilizados farinha de trigo, açúcar e diferentes quantidades de bicarbonato de sódio. Em um béquer de 400 mL, 150 mL de água foram aquecidos até atingir ponto de fervura. Em seguida foram adicionados 40 gramas de farinha de trigo pré diluídas em 100 mL de água e cozida durante dez minutos. Durante todo o cozimento houve necessidade de agitação da mistura. Após o cozimento, 13 g. de açúcar foram acrescentados. Tendo quantidades diferentes de bicarbonato de sódio adicionadas em três misturas de cola de farinha de trigo. Assim, as proporções de NaHCO_3 foram: 0g, 3g e 6g. O uso de bicarbonato de sódio tem o objetivo de ampliar o tempo de vida da cola, bem como proporcionar maior resistência ao ataque de microorganismos durante o período de viveiro.

4.7. Desenvolvimento dos recipientes

Após o preparo do adesivo ecológico esse foi misturado nas fibras de coco e a partir de processos manuais utilizando como molde um material maciço de fibra de vidro para a confecção dos recipientes biodegradáveis (Figura 5A). Para cada tubete foram utilizados cerca de 6,5 a 7 gramas de fibra de coco. Após a modelagem, os tubetes foram levados à estufa com circulação de ar forçada à 100°C durante 5 minutos para primeira secagem e retirada do molde, após esse processo, foram levados novamente à estufa para secagem durante 25 minutos. O produto final foi

um recipiente rígido, poroso, com tamanho e forma próximos às dimensões do tubete de plástico e peso final entre 7 e 8 gramas (Figura 5B). Cada tubete tinha volume próximo ao tubete de plástico de 53 cm³.



Figura 5. À esquerda, molde maciço de fibra de vidro. À direita, comparação de dimensões do tubete biodegradável com tubete de plástico.

4.8. Avaliação de pH

A definição do pH do recipiente é fundamental para avaliar as relações tubete – substrato – muda, analisando quimicamente a reatividade desse sistema. Para a determinação, usou-se três amostras de tubete com diferentes adições de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) no adesivo (0, 3 e 6g.), que foram mergulhados em água destilada durante dez minutos em béqueres de 500 ml, obtendo, seguidamente, as soluções para posterior análise em peagâmetro. A análise realizada com medidor de pH teve como solução padrão a água destilada (pH 5,45). Após a definição do padrão, cada solução que continha a amostra do tubete teve o pH mensurado.



Figura 6. Análise das soluções com uso de peagâmetro.

4.9. Avaliação de integridade dos tubetes

O teste de perda de massa, ou saturação de água, foi realizado em trinta tubetes, sendo divididos em três tratamentos com dez repetições. Cada tratamento, representava uma dose de bicarbonato de sódio no adesivo (0g, 3g e 6g). Os tubetes foram pesados previamente para obter seus pesos secos e, posteriormente, mergulhados em água durante dez minutos para ocorrer encharcamento dos poros. Uma segunda pesagem pós embebição foi realizada. Como as condições ambientes não favoreciam a perda de umidade, os recipientes foram postos em estufa com circulação de ar forçada à 25°C durante dez horas, em que, a cada hora era realizada a pesagem a fim de determinar capacidade de absorção e conservação de umidade pelo tubete. Os tubetes tiveram notas atribuídas a sua deformação durante a avaliação, sendo 1 para pouco deformado (até 40% de deformação, com pouca flacidez, mantendo forma similar ao estado seco), 2 para deformado (de 40% à 60% de deformação, com flacidez moderada, pouca perda de forma em comparação ao estado seco) e 3 para muito deformado (acima de 60% de deformação, muito flácido, forma bastante instável quando comparado com o estado seco).

4.10. Avaliação de integridade dos tubetes com substrato

A avaliação da perda de massa juntamente com o substrato tem por objetivo verificar a sua interação com o recipiente, observando a interferência na perda de

umidade. Para o teste, foram utilizados 30 tubetes biodegradáveis previamente pesados e o substrato padrão foi a vermiculita. Separados em três tratamentos com 10 repetições. O tratamento 1 foi composto por tubetes com vermiculita e sem adição de NaHCO_3 no adesivo; o tratamento 2 continha vermiculita e os recipientes tinham 3 g. de NaHCO_3 ; o tratamento 3 foi composto por recipientes preenchidos com vermiculita e o adesivo dos tubetes continha 6 g. de NaHCO_3 . Em condições ambientes, os tubetes foram igualmente molhados até que a água extravasasse pelos poros do tubete, sendo avaliados durante dez horas. A cada uma hora era realizada pesagem dos recipientes para verificar a perda de água para o meio. Para esse teste também foram atribuídas notas com mesmo padrão. Sendo 1 para pouco deformado (até 40% de deformação, com pouca flacidez, mantendo forma similar ao estado seco), 2 para deformado (de 40% à 60% de deformação, com flacidez moderada, pouca perda de forma em comparação ao estado seco) e 3 para muito deformado (acima de 60% de deformação, muito flácido, forma bastante instável quando comparado com o estado seco).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.2. Análise de perda de água e teor de fibra

O teor de umidade apresenta estrita relação entre o peso da água retido na amostra e seu peso em estado totalmente seco. A variação de peso proveniente do processo de secagem pode alterar algumas propriedades como resistência da fibra e suscetibilidade a agentes degradadores. De maneira geral, esta variável se torna sensível aos efeitos dos fatores externos (MORESCHI, 2005).

O teste de consistência de fibras teve por objetivo determinar a presença de umidade, sendo possível estipular a carga de fibra presente em cada grama de cavaco seco. As pesagens constantes durante a secagem serviram para pontuar o momento em que a quantidade de água na amostra seria invariável.

Tabela 1. Peso úmido no início da avaliação, peso seco após 12 horas de secagem e teor de fibra.

Amostra	P.U.	P.S.	Teor
1	101,8515	11,7986	11,5841
2	100,6071	11,7508	11,6798
3	100,8698	11,5377	11,4382
Média	101,1095	11,6957	11,5674

Durante a avaliação, percebeu-se que na primeira pesagem após as três horas de secagem houve perda significativa de água nas fibras, aproximadamente 76% da umidade foi perdida para o ambiente. Seguidamente, após nove horas de secagem o peso das amostras contidas nas bandejas iniciou a estabilização, sendo definitivo após decorrerem as doze horas de análise. Podendo estipular o peso seco das amostras e, por conseguinte, a consistência das fibras.

O cálculo de teor das fibras foi definido através da fórmula: $(\overline{PS} \div \overline{PU}) \times 100$. Assim, concluiu-se que a consistência correspondia a 11,57%. Indicando grande perda de água e pouco teor de fibra ao final da secagem. Definindo, assim, o teor de fibra, baseado em uma regra de três simples, que em cada 100g de amostra seca.

Diante dessa relação, é possível perceber que para se obter 100 g de fibra seca se faz necessário 864,30g de fibra úmida. Evidenciando que a amostra possui aproximadamente 88% de água em sua constituição. Logo, como fator de avaliação de produtividade, é possível destacar que a partir de 100 gramas de fibras é possível produzir doze tubetes com 8 gramas cada.

O alto teor de umidade do bagaço de coco demonstra a propensão ao desenvolvimento de agentes degradadores, como os fungos. Tendo seu crescimento favorecido e alterando as propriedades físicas do material (FARIA & MAGALHÃES, 2001). Assim, técnicas de secagem deverão ser executadas a fim de evitar o desenvolvimento desses organismos.

5.3. Identificação composicional química

O estudo qualitativo realizado no Laboratório de química da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pode caracterizar os elementos químicos do bagaço de coco solúveis em água. A avaliação proveniente do mesocarpo revelou a

presença de substâncias importantes ao desenvolvimento das mudas e, principalmente, enriquecedoras do solo do ponto de vista nutricional. Foi indicado na composição substâncias como Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Nitrogênio (N), Potássio (K) e Sódio (Na).

A utilização de fibra vegetal no desenvolvimento de recipiente biodegradável poderá influenciar diretamente no desenvolvimento de mudas que se pretende cultivar. A utilização da fibra de coco viabiliza a produção de tubetes, pois é um material inerte, melhora a permeabilidade pela presença de poros e devido a sua composição química é possível corrigir a acidez através da relação tubete-substrato.

Diante da análise qualitativa foi possível perceber que os elementos químicos presentes na constituição do mesocarpo do coco são eficientes ao desenvolvimento da muda e importantes componentes no enriquecimento nutricional do solo. Uma vez que há possibilidade de plantio do tubete juntamente com a muda, a composição química revela que o recipiente cumpre o objetivo de biodegradabilidade. Se desfazendo em contato com microrganismos e fertilizando o solo.

5.4. Avaliação de pH

A avaliação do potencial Hidrogeniônico revelou que os recipientes possuem característica alcalina variando o pH de 7 à 9 de acordo com a quantidade de bicarbonato presente na amostra (TABELA 2).

Tabela 2. pH dos recipientes com diferentes índices de bicarbonato de sódio.

	0 gramas	3 gramas	6 gramas
pH	7,1	7,52	9,34

Na escolha do recipiente ideal deve ser levado em consideração a neutralidade de pH, porque não ocorre interferência na reatividade do substrato e na disponibilidade de nutrientes, conseqüentemente, evitando efeitos negativos no sistema radicular e possibilitando o desenvolvimento de microrganismos decompositores (KÄMPF & FERMINO, 2000). Os tubetes que tiveram desempenho próximo ao ideal foram aqueles que receberam até 3 gramas de NaHCO_3 . Uma vez que o pH apresentando alta alcalinidade pode afetar o desenvolvimento das raízes.

O pH é uma das propriedades químicas mais importantes. A faixa de pH ideal para substratos está entre 5,45 e 6,5, havendo disponibilidade da maioria dos nutrientes (FERMINO, 2002). Assim, o recipiente com adição de 6 gramas de bicarbonato de sódio poderia apresentar reatividade tubete-substrato, gerando efeitos nas mudas, bem como, a presença maior de sódio na reação poderia desencadear efeito tóxico na muda como redução de fertilidade, redução no desenvolvimento do vegetal e desbalanço nutricional (FAQUIN, 2005).

5.5. Avaliação de integridade dos tubetes

A fibra de coco além da sua característica biodegradável é um material de baixa densidade. Sua característica física proporciona um produto com alta porosidade, boa retenção de umidade e gera ganhos na atividade fisiológica das raízes (ABAD, 2002).

A avaliação de perda pode determinar a capacidade de ganhar e perder peso em condições de umidade e temperaturas diferentes. Na tabela 3, constam os pesos iniciais dos recipientes antes do teste de encharcamento.

Tabela 3. Médias de peso seco (antes do encharcamento), de peso úmido (após o encharcamento) e perda de umidade média.

Tratamento	\overline{PS}	\overline{PU}	Perda umid. média
1	7,631	16,32	1,47
2	7,791	18,2	3,17
3	7,661	19,29	3,65

\overline{PS} : Peso seco médio

\overline{PU} : Peso úmido médio

Os recipientes provenientes do tratamento 1, sem adição de bicarbonato de sódio, tiveram um aumento médio de 113,86% do seu volume. No tratamento 2 (3 g. de NaHCO_3), os valores evidenciados indicam aumento médio de 133,60%. Já no tratamento 3 (6 g. NaHCO_3), observa-se que o incremento em volume é de 151,79%. Ou seja, os recipientes mais que dobram de volume em condições de umidade máxima dos poros.

Tabela 4. Avaliação dos tratamentos em função da perda de massa durante 10 horas.

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	V.	D.P.
Trat. 1	17,11	16,86	16,74	16,57	16,43	16,23	16,01	15,89	15,74	15,63	0,25	0,06
Trat. 2	19,96	19,51	19,10	18,68	18,26	17,96	17,56	17,25	16,94	16,79	0,93	0,86
Trat. 3	21,25	20,77	20,36	19,89	19,47	18,88	18,57	18,25	17,90	17,59	1,57	2,48

V: Variância
D.P.: Desvio padrão

De maneira geral, o Tratamento 1 demonstrou resultados satisfatórios de absorção e retenção de umidade, perdendo em média 1,47 gramas de massa, 8,59% do volume, indicando que os recipientes provenientes desse tratamento podem oferecer boas condições de manutenção da umidade no substrato e, conseqüentemente, favorecendo o crescimento das mudas. De acordo com as medidas de dispersão, houve uniformidade em todas as repetições, comprovada pela baixa variância. Indicando que os valores se aproximam da média. Dessa forma a perda de massa para o Tratamento 1 pode ser resumida, através do desvio padrão, como $16,32 \pm 0,6$ gramas, ou seja, o peso médio dos recipientes com poros encharcados para o tratamento foi de 16,32 gramas e a variação média de umidade foi de 0,06 gramas por tubete em mesmas condições de UR e temperatura, representando um material mais estável.

A nota atribuída aos recipientes provenientes do tratamento 1, foi nota 1. Uma vez que mantiveram boas características físicas, com deformação quase imperceptível e baixa flacidez.

A análise da perda de massa proveniente do Tratamento 2, demonstrou perda significativa de água. Indicando que o bicarbonato de sódio pode ter influenciado na absorção e perda de umidade do recipiente.

Os altos índices de perda de umidade podem indicar um material inadequado para a produção de mudas, visto que as taxas de retenção de água no recipiente são baixas. Com perda média de massa correspondente a 3,17 gramas, ou seja, há uma redução média em volume de 15,88% do recipiente. Os tubetes apresentaram peso médio igual a 18,20 gramas. Houve instabilidade no desempenho de retenção de umidade do tubete, em que a variação média de umidade perdida para o meio foi

de 0,86 gramas ($18,20 \pm 0,86$ gramas). Para o Tratamento 2, os tubetes analisados receberam avaliação 2, que indica deformação e flacidez moderada.

O tratamento que apresentou desempenho não desejado foi o Tratamento 3, com queda brusca de umidade durante os testes. Indicando, mais uma vez, que o NaHCO_3 influenciou nos processos de perda de água pelos recipientes.

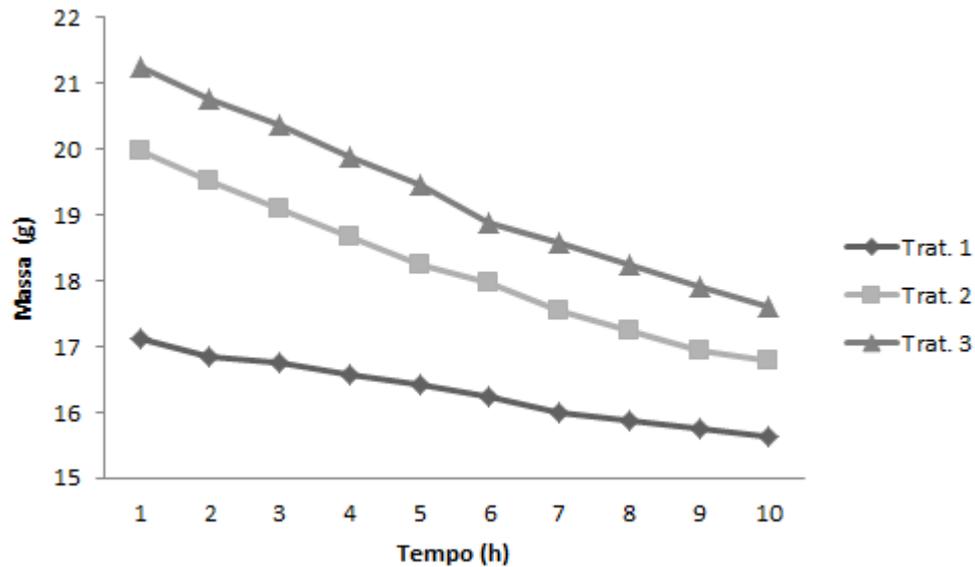
Os recipientes que receberam 6 gramas de bicarbonato de sódio no adesivo biodegradável tiveram redução de 17,18% do seu volume após atingir dez horas de análise de encharcamento de poros, cujo peso médio foi igual a 19,29 gramas. A alta variação de perda de umidade também inviabiliza o uso dos recipientes provenientes do Tratamento 3, visto que não oferecerá as condições ideais de preservação de umidade, observado pelo resultado da média do desvio padrão $19,29 \pm 2,48$. Os tubetes do Tratamento 3 receberam notas entre 2 e 3 de acordo com a sua deformação. Tendo nota média igual a 3, indicando alta deformação do recipiente e flacidez maior se comparado aos tratamentos anteriores.

Visto a maior instabilidade proveniente dos tubetes do tratamento 3, é possível indicar que em condições de viveiro com umidificação e secagem ao longo do tempo, estes recipientes não suportariam o ciclo de produção de mudas.

O tratamento 1 apresentou valores mais equilibrados, demonstrando estabilidade dos tubetes em absorver e manter a umidade. Isso indicaria melhor desempenho no viveiro gerando menos custos de produção, uma vez que haveria economia de água durante a irrigação, além de promover menores desperdícios, sendo ambientalmente mais correto.

O tratamento 2 indicou perdas significativas de água, influenciado pelo teor de bicarbonato de sódio, em que haveria necessidade de mais períodos de irrigação e, com isso, mais gasto de água. Sendo também observado para o tratamento 3, em que a retenção de umidade é ainda menor, com quedas bruscas de perda de água.

Gráfico 1. Evolução da perda de massa em decorrer do tempo de permanência dos tubetes em estufa de circulação de ar forçada à 25°C, em função dos tratamentos aplicados: T1: 0 g. de NaHCO₃; T2: 3 g. de NaHCO₃; T3: 6 g. de NaHCO₃.



5.6. Avaliação de integridade dos tubetes com substrato

Para avaliar a relação recipiente-substrato, os tubetes foram testados com a presença de substrato (vermiculita) em seu interior. Analisando, assim, se haveria interferência nas perdas de umidade. Na tabela 5 é possível analisar os pesos dos recipientes com substrato antes do teste e após encharcamento de poros.

Tabela 5. Médias de peso seco (antes do encharcamento), de peso úmido (após o encharcamento) e perda de umidade média com substrato.

Tratamento	\overline{PS}	\overline{PU}	Perda umid. Média
1	28,02	44,16	1,29
2	27,85	45,76	2,88
3	27,97	49,61	3,24

\overline{PS} : Peso seco médio

\overline{PU} : Peso úmido médio

Novamente, os tubetes provenientes do Tratamento 1 indicaram melhores resultados. Inclusive, demonstrando relação positiva com o substrato, em que a perda de umidade média foi baixa, se comparada com os demais tratamentos, proporcionando melhor retenção de água. Favorecendo a disponibilidade hídrica para a muda.

Tabela 6. Avaliação dos tratamentos em função da perda de massa com substrato durante 10 horas.

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	V.	D.P.
Trat. 1	44,78	44,64	44,54	44,39	44,26	44,12	43,92	43,78	43,64	43,49	0,19	0,04
Trat. 2	47,19	46,85	46,61	46,28	45,93	45,60	45,21	44,91	44,67	44,32	1,00	0,91
Trat. 3	51,08	50,80	50,49	50,20	49,78	49,56	49,14	48,78	48,42	47,85	1,13	1,28

V.: Variância

D.P.: Desvio padrão

Os recipientes na presença da vermiculita tiveram incremento médio de 57,07% em volume. De acordo com a tabela é possível notar maior controle na perda de umidade, tendo perda média de umidade no decorrer de dez horas de análise igual a 1,29 gramas. Resultado melhor, inclusive do que a perda de umidade do recipiente vazio (1,47 gramas), havendo contribuição da vermiculita na retenção de umidade evitando perdas para o ambiente. A baixa variância e desvio padrão, sinalizam a escolha do Tratamento 1 como o mais adequado para a produção de tubetes biodegradáveis a partir de fibra de coco. Com variação média de peso correspondente a 0,04 gramas e peso médio dos recipientes preenchidos igual a 44,16 gramas ($44,16 \pm 0,04$). O comportamento da perda de umidade contida no gráfico também denota maior retenção de umidade, com quedas menos bruscas no conteúdo de água quando comparado os demais tratamentos. A avaliação dada os recipientes foi igual a 1, sendo considerados pouco deformados durante os testes com substrato.

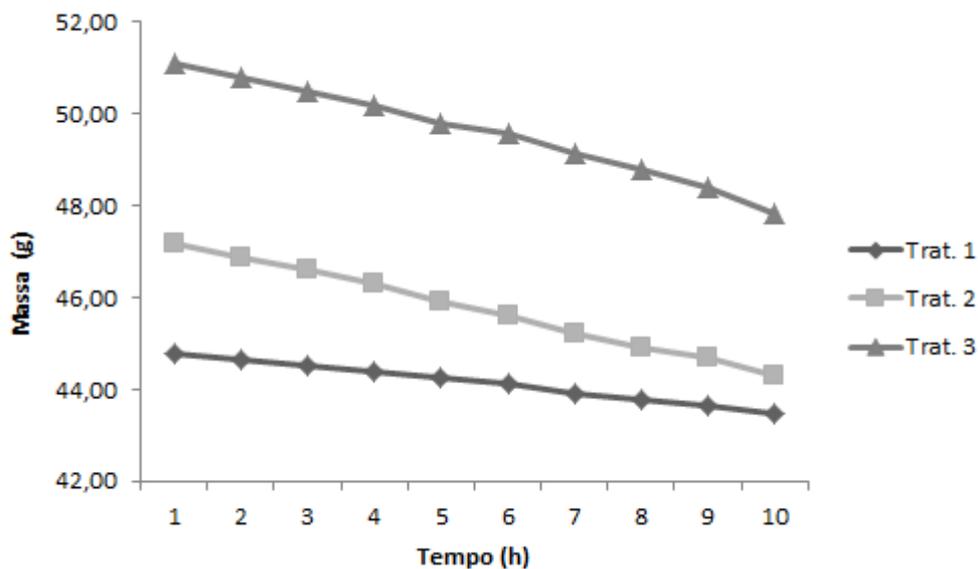
Os Tratamentos 2 e 3 apresentaram melhor desempenho em relação aos testes dos mesmos tratamentos sem a presença do substrato, indicados pela baixa variância e desvio padrão, embora longe do ideal. Para o Tratamento 2, a perda média de umidade foi de 2,88 gramas com variação média de umidade correspondente a $\pm 0,91$ gramas. Tendo peso médio de recipiente preenchido igual a 45,76 g.

Os testes dos tubetes com vermiculita para o Tratamento 2 obtiveram nota 1, havendo pouca deformação. A perda de umidade também foi melhor controlada na presença de vermiculita se comparado ao teste de recipiente vazio para o mesmo tratamento.

A perda de umidade permaneceu elevada para os recipientes cujo adesivo recebeu 6 gramas de bicarbonato de sódio. Com perda média de umidade correspondente a 3,24 gramas. Sendo observados ainda, altos valores de variância e desvio padrão. A variação de perda de umidade foi igual a $\pm 1,28$ gramas e peso médio dos recipientes igual a 49,61 gramas ($49,61 \pm 1,28$).

Os recipientes do Tratamento 3, após exposição à água e peso do substrato durante a avaliação tiveram desempenho moderado na capacidade de manutenção de forma, recebendo nota 2. Os tubetes tiveram melhor manutenção da umidade se comparado à avaliação dos recipientes para o mesmo tratamento. Demonstrando que a interação com o substrato melhorou a capacidade de retenção de água.

Gráfico 2. Evolução da perda de massa em decorrer do tempo de permanência dos tubetes preenchidos com vermiculita em condições ambientes, em função dos tratamentos aplicados: T1: 0 g. de NaHCO_3 ; T2: 3 g. de NaHCO_3 ; T3: 6 g. de NaHCO_3 .



É destacável a interação do substrato com o recipiente, promovendo melhor desempenho ao produto. Indicando assim, possível aumento de durabilidade desses tubetes durante o ciclo de produção. Entretanto, ainda há necessidade de confirmação, implantando o experimento no viveiro e, posteriormente, avaliando os resultados em campo.

6. CONCLUSÃO

Os tubetes biodegradáveis compostos de fibra de coco e adesivo de amido sem adição de reagente que aumente a durabilidade da cola (recipientes provenientes do Tratamento 1), como o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) utilizado nos testes, proporcionaram melhor qualidade nas condições em que foi realizado o trabalho, sendo possivelmente o mais indicado para a produção de mudas.

A cola de farinha de trigo mostrou-se eficiente na manutenção da forma dos tubetes, permitindo que mesmo em condições de umidade, o produto não perdesse características físicas a ponto de se romper inviabilizando a sua utilização no tempo avaliado.

Para a produção em escala comercial dos tubetes biodegradáveis de fibra de coco, é recomendável avaliação do crescimento de mudas no recipiente, bem como após o plantio, além de estudos sobre a viabilidade econômica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M., NOGUERA, P., PUCHADES, R., MAQUIEIRA, A., NOGUERA, V. **Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants.** *Bioresource Technology*, v. 82, p. 241245, 2002.
- ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013**, ano base 2012 / ABRAF. – Brasília: 2013. 148 p.
- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F.de. **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa: UFV, 2004, 442p.
- ALMEIDA, V. C. **Efeito da adição de carga e extensor nas propriedades do adesivo uréia-formaldeído e dos compensados de pinus e paricá.** 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia: tópicos de microbiologia industrial.** São Paulo: E. Blücher, v. 12, 1990.
- BARROSO, D.B.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n.1, p.238-250, 2000.
- BERGAMIN FILHO; A. KIMATI, H. AMORIM, L. **Manual de fitopatologia.** Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1995.
- BERTOLANI, F.; VILLELA FILHO, A.; NICOLIELO, N.; SIMÕES, J.W.; BRASIL, U.M. Influência dos recipientes e dos métodos de semeadura na formação de mudas de *Pinus caribaea* var. hondurensis. **IPEF**, n.11, p.71-77, 1975.
- BRACELPA. **Florestas Plantadas.** Arquivo eletrônico, Junho, 2016. Disponível em: <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/134>
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p. 1995.
- CARNEIRO, J. G. de A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. **Série Técnica. FUPEF.** Curitiba, v. 12, p.1-40, 1983.
- CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.da; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Scientia agrária**, v. 9, n.1, p. 27-33, 2008.

COELHO, M. A. Z. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde.** Boletim Ceppa, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 33-42, 2001.

COLLA R. E. **Biofilmes de farinha de amaranto adicionados de ácido esteárico: elaboração e aplicação em morangos frescos (*Fragaria ananassa*).** 2004, 198p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas-SP.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. (Eds). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais.** 1. ed. Lavras: MG, UFLA, 2008, cap.2, p.83-94.

DIAS, B. A. S.; MARQUES, G. M.; SILVA, M. L.; COSTA, J. M. F. N. **Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto.** Revista Floresta e Ambiente. v. 18, n. 2, p. 171-177, 2001.

ESTEVEZ, B.; NUNES, L.; PEREIRA, H. **Properties of furfurylated wood.** European Journal of Wood and Wood Products, Berlin, v. 69, n. 4, p. 521525, 2011.

FABRO, A.T.; LINDEMANN, C.; VIEIRA, S.C. Utilização de sacolas plásticas em supermercados. **Campinas: Revista Ciências do Ambiente OnLine.** v. 3, n. 1, UNICAMP, 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas** / Valdemar Faquin. -- Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. **O Uso de Fungos Entomopatogênicos no Brasil.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento - Brasília-DF nº 22 - setembro/outubro 2001.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de matas de galeria.** Doc. Embrapa Cerrados, Planaltina, n.21, p.1-45, dezembro 2000. FLORIANO, E. P. Armazenamento De Sementes Florestais. Caderno Didático, 1ª ed., n.1, p.10, Santa Rosa, 2004.

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**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FERMINO, M. H. **O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos.** In: FURLANI, A.M.C. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.29-37.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa: UFV, 2003.

FOOD and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2008). **Database agricultural** – Production – Crops primary – Coconut.

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

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1.:1993: Curitiba); CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p. 736.

FRIHART, C. R.; HUNT, C. G. **Adhesives with wood materials: bond formation and performance**. In: _____. Wood handbook: wood as an engineering material. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. chap. 10, p. 10.1-10.24.

FRUTAS DO BRASIL. **Coco. Pós-colheita**. Editor técnico Wilson Menezes Aragão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 76p.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004, 116p.

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

GOULART, S. L. **Resistência ao cisalhamento de painéis compensados produzidos com adesivo à base de taninos de stryphnodendron adstringens (barbatimão)**. Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 308-315, 2012.

HENRIQUE, C. M. **Caracterização de filmes de féculas modificadas de mandioca como subsídio para aplicação em pós-colheita de hortícolas**. 2002. 142p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, Campinas, 28(1): 231-240, 2008.

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

IPEA. **Diagnóstico da Produção de Mudas Florestais Nativas no Brasil**. Brasília, 2015, 58 p.

IVETIC, V.; DAVORIJA, Z.; VILOTIĆ, D. Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings. **Bulletin of the Faculty of Forestry**, v.108, p.39-50, 2013.

JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. de. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.187-196, 2005.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. Lavras, 2003. 101 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. In: Encontro Nacional Sobre Substrato Para Plantas, 2000, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Genesis, 2000. 312 p.

KELLER, L. **Viabilidade do uso do sistema de blocos prensados na produção de mudas de três espécies arbóreas nativas**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Seropédica, 2006.

LIMA, B. M.; JUNIOR, J. C. A.; GONÇALVES, J. L. M.; **Avaliação do crescimento em viveiro e campo de mudas de Eucalyptus grandis produzidos em tubetes de polihidroxibutirato (PHB)**. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, SC - Julho/2006.

LOPEZ, R.G.; CAMBERATO, D.M. Growth and development of 'eckespoint classic red' poinsettia in biodegradable and compostable containers. **HortTechnology**, v.21, n.4, p.419- 423, 2011.

Macedo, A. C. **Produção de Mudas em viveiros florestais: espécies nativas** / A. C. Macedo; revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. - São Paulo: Fundação Florestal, 1993

MARQUES, H. R. **Situação das informações sobre produtores de mudas e sementes nativas: subsídios para a recuperação florestal**. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, 2., 2013, Viçosa, Minas Gerais. Anais... Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2013. CD-ROM

MOREIRA, E.J.C.;MAYRINCK, R.C.; MELO, L.A.; TEIXEIRA, L.A.F.; DAVIDE, A.C. Desenvolvimento de mudas de angico vermelho no campo produzidas em tubetes biodegradáveis. In: X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2011, São Lourenço/MG. **Resumos...** São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011.

MORESCHI, J.C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Curitiba: UFPR, 2005. 169p. (Manual didático)

NORASHIKIN, M.Z.; IBRAHIM, M.Z. The Potential of Natural Waste (Corn Husk) for Production of Environmental Friendly Biodegradable Film for Seedling. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, n.34, p.176-180, 2009.

OLIVEIRA, M.C.B.R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil**. 2012. 104p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L., BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Processo agroindustrial: obtenção de pó de casca de coco verde**. Comunicado Técnico 61. Dezembro, 2001. Fortaleza, CE. 4p.

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

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

SCHLEMMER, D.; SALES, M.J.A. e RESCK, I.S. **Preparação, caracterização e degradação de blendas PS/TPS usando glicerol e óleo de buriti como plastificantes**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 20, p. 6-13, 2010.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. **Produção de mudas florestais**. Universidade Regional de Blumenau, São Paulo, 2003.

SCHUERMANS, J.; ZWOLINSKI, J.; COSTA, D. D.; GREENFIELD, P. **Potencial use of papier machê plugs for eucalypt seedling production in South Africa**. *Scandinavian Journal of Forest Research*, v. 25, Suppl. 8, p. 18-23, 2010.

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

Skoog, D. A, West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**, Editora Thomson, tradução da 8ª edição, 2006.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M.; GALVÃO, A. **Produção de mudas de espécies florestais. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, DF, p.125174, 2000.

TEODORO, A. S.; LELIS, R. C. C. **Colagem de madeira sólida com adesivo natural à base de tanino**. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida, Seropédica*, v. 25, n. 1, p. 55-59, 2005

TORAL, I. F. M.; CAMPOS, D. R.; FRATTI, A.B.; VARELA, R. O. Manual de producción de plantas forestales en contenedores. PRODEFO. **Documento Técnico** 25. Guadalajara, Jal., México. 2000, 219 p.

VERT, M.; SANTOS, I.D.; PONSART, S.; ALAUZET, N.; MORGAT, J-L.; COUDANCE, J.; GARREAU, H. Degradable polymers in a living environment: Where do you end up? **Polymer International**, 51, 840–844 (2002).

VOLOVA, T.G.; GLADYSHEV, M.I.; TRUSOVA, M.Y.; ZHILA, N.O. Degradation of polyhydroxyalkanoates in eutrophic reservoir. **Polymer degradation and Stability**, v.92, n.4, p.580-586, 2007.

VOX, G.; SCHETTINI, E. Evaluation of the radiometric properties of starch-based biodegradable films for crop protection. **Polymer Testing**, n.26, p.639–651, 2007.

WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. **New Forests**, v. 31, n. 3, p. 417-433, 2006.

WENDLING, I. **Sistemas de produção**. Embrapa florestas, Paraná, 2ª edição, versão eletrônica, 2010.