

PATRÍCIA FUKUSHIMA DE SOUZA

**AVALIAÇÃO, RESGATE, MULTIPLICAÇÃO E ENRAIZAMENTO DE
ESPÉCIES/HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* spp.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski
Coorientador: Prof. Dr. Jean Alberto Sampietro

LAGES, SC
2017

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC

De Souza, Patrícia Fukushima
AVALIAÇÃO, RESGATE, MULTIPLICAÇÃO E ENRAIZAMENTO
DE ESPÉCIES/HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* spp. / Patrícia
Fukushima De Souza. - Lages , 2017.
73 p.

Orientador: Marcio Carlos Navroski
Co-orientador: Jean Alberto Sampietro
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, Lages, 2017.

1. Resgate juvenil. 2. Propagação vegetativa. 3.
Produção de mudas. 4. Seleção clonal. I. Navroski,
Marcio Carlos. II. Sampietro, Jean Alberto . ,
.III. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

PATRÍCIA FUKUSHIMA DE SOUZA

**AVALIAÇÃO, RESGATE, MULTIPLICAÇÃO E ENRAIZAMENTO DE
ESPÉCIES/HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* spp.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

Banca examinadora

Orientador: 

Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski
Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC

Membro: 

Prof. Dr. Cláudimar Sidnei Fior
Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS

Membro: 

Prof. Dr. Ezequiel Gasparin
Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

Lages-SC, 17 de fevereiro de 2017

À minha filha Letícia Fukushima de Souza Goedert

AGRADECIMENTOS

A Deus e meu anjo da guarda por sempre estarem ao meu lado, pela proteção constante.

A minha filha Leticia, razão do meu viver, por suportar minha ausência, alegrar meus dias e carregar minhas energias.

Aos meus pais, por cuidarem com tanto amor da minha filha, pelo incentivo, apoio, esforços, paciência e amor.

Aos meus irmãos, cunhada e sobrinho pela cumplicidade e incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski e esposa, pela orientação, pelos conhecimentos repassados, dedicação, incentivo e amizade.

Ao meu co-orientadore Jean Alberto Sampietro pelo auxílio, sugestões para realização desse trabalho.

Aos colegas da silvicultura, pela amizade, auxílio, convívio e momentos de distração.

A todos os professores que ministraram aulas durante este período.

Aos meus amigos pelos conselhos, auxílio, amizade e companheirismo.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, pela realização do mestrado.

A FAPESC pela bolsa concedida.

A Souza Cruz por disponibilizar a área para pesquisa e hospedagem nos dias a campo.

A todos aqueles que fizeram ou fazem parte da minha vida, contribuindo direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

“A natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas folhas.”

Johann Goethe

RESUMO

SOUZA, Patrícia Fukushima. **Avaliação, resgate, multiplicação e enraizamento de espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp.** 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Produção Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2017.

As espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente utilizadas no estabelecimento de florestas industriais no Brasil e vêm conquistando ganhos de qualidade e produtividade por meio das técnicas de melhoramento genético e manejo florestal. As empresas usam a clonagem para obter maior homogeneidade e qualidade das florestas. A seleção de espécies é um método eficiente de aumentar a produtividade florestal, sendo, a estaquia, uma das técnicas mais utilizadas de propagação vegetativa para árvores selecionadas do gênero *Eucalyptus*. Nesse contexto, o objetivo geral do estudo foi selecionar, resgatar e multiplicar o material genético dos melhores de *Eucalyptus* spp., para fins das técnicas de propagação vegetativa. O povoamento de *Eucalyptus* spp. do estudo está localizada no município de Mafra, SC. O talhão foi plantado em dezembro de 1998. As espécies e híbridos presentes na área experimental são *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. pelita*, *E. tereticornis*, *E. viminalis x saligna*, *E. grandis x urophila*, *E. dunnii x grandis*, *E. robusta x grandis* e *E. urophila x grandis*. Para seleção dos melhores, os indivíduos foram avaliados quanto à sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito e volume. Para o experimento de resgate de material vegetativo foram aplicadas as técnicas de resgate anelamento e semianelamento, sendo que os indivíduos foram avaliados de acordo com o número de brotações. Para o enraizamento, foram avaliados diferentes concentrações de AIB e tipo de substrato. As espécie e os híbridos com potencial em relação as variáveis quantitativa foram *E. dunnii*, *E. dunnii x E. grandis*, *E. viminalis x saligna*. Dentre os métodos de resgate vegetativo testados, o anelamento apresentou melhores resultados para a espécie *E. saligna*, enquanto que o semianelamento para o híbrido *E. robusta x E. grandis*. A melhor porcentagem de enraizamento quanto ao substrato, foi com a utilização do substrato 3. Não houve formação de raízes utilizando diferentes concentrações de AIB. Para sobrevivência as espécies *E. pellita* e o híbrido *E. viminalis x saligna* a maior porcentagem foi obtida com a utilização de 1500 mg L^{-1} , já para *E. dunnii x grandis* não se faz necessário o uso de AIB.

Palavras – chaves: Resgate juvenil. Propagação vegetativa. Produção de mudas. Seleção clonal.

ABSTRAT

SOUZA, Patrícia Fukushima. **Evaluation, rescue, multiplication and rooting of *Eucalyptus* spp species / hybrids.** 2017. 73 p Dissertation (MSc in Forest Engineering - Area: Forest Production) – University of the State of Santa Catarina. Postgraduate Program in Forestry Engineering, Lages, 2017.

Eucalyptus species are widely used in the establishment of industrial forests in Brazil and have been achieving quality and productivity gains through genetic improvement and forest management techniques. Companies use cloning to achieve greater homogeneity and quality of forests. The selection of species is an efficient method to increase the forest productivity, being, the cutting, one of the most used techniques of vegetative propagation for selected trees of the genus *Eucalyptus*. In this context, the general objective of the study was to select, retrieve and multiply the genetic material of the best species / hybrids of *Eucalyptus* spp. for the purpose of vegetative propagation techniques. The establishment of *Eucalyptus* spp. of the study is located in the county of Mafra, SC. The plant was planted in December 1998. The species and hybrids present in the experimental area are *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. pellita*, *E. tereticornis*, *E. viminalis x saligna*, *E. grandis x urophylla*, *E. dunnii x grandis*, *E. robusta x grandis* and *E. urophylla x grandis*. For selection of the best species / hybrids, individuals were evaluated for survival, height, diameter at breast height and volume. For the vegetative material rescue experiment, the annealing and semi - casting rescue techniques were applied, the individuals were evaluated according to the number of shoots. For the rooting, the species / hybrids, different concentrations of IBA and the type of substrate were evaluated. The species and the hybrids potencies in relation to the quantitative variables, as well as in the ranking were *E. dunnii*, *E. dunnii x E. grandis* and *E. viminalis x saligna*. Among the vegetative rescue methods tested, the annealing presented better results, annealing presented better results for the species *E. saligna*, while the semi-basement for the hybrid *E. robusta x E. grandis*. The best percentage of rooting for the substrate was with the substrate 3. There was no root formation using different concentrations of IBA. The best percentage of rooting for the substrate was with the use of substrate 3. For *E. pellita* and *E. viminalis x saligna* hybrids, the highest percentage was obtained with the use of 1500 mg L⁻¹. However, for *E. dunnii x grandis* it is not necessary to use IBA.

Keywords: Juvenile rescue. Vegetative propagation. Seedling production. Clonal selection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Local de ocorrência natural de <i>E. grandis</i>	24
Figura 2 – Local de ocorrência natural de <i>E. pellita</i>	26
Figura 3 – Local de ocorrência natural de <i>E. urophylla</i>	27
Figura 4 - Local de ocorrência natural de <i>E. dunnii</i>	28
Figura 5 - Local de ocorrência natural de <i>E. viminalis</i>	29
Figura 6 – Local de ocorrência natural de <i>E. saligna</i>	30
Figura 7 – Local de ocorrência natural de <i>E. tereticornis</i>	31
Figura 8 – Localização de Mafra – SC. Local do plantio de <i>Eucalyptus</i> utilizado no estudo..	39
Figura 9 - Distribuição dos resíduos de estimativa da altura em função do diâmetro à altura do peito (DAP) do modelo AD 1.....	41
Figura 10 – Árvores com tratamentos de resgate de material vegetativo, anelamento 100% e semianelamento 50% em indivíduos de <i>E. saligna</i> (a) e o híbrido <i>E. robusta x E. grandis</i> (b).	43
Figura 11 – Transporte das brotações (A); estaca com aproximadamente 7 cm de comprimento e 50% da área foliar reduzida (B).....	44
Figura 12 - Porcentagem de sobrevivência das estacas de <i>Eucalyptus spp</i> , em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB).....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Parâmetros estatísticos da equação ajustada para espécies/híbridos de <i>Eucalyptus</i> spp. no município de Mafra - SC, Brasil.....	41
Tabela 2 -Média das características para as variáveis diâmetro a altura do peito -DAP (cm), altura – H (m), volume – V (m ³ /indivíduo), sobrevivência – PS (%) para as diferentes espécies de <i>Eucalyptus</i> localizadas em Mafra- SC, Brasil.	49
Tabela 3 – Classificação final das espécies/híbridos de <i>Eucalyptus</i> spp. (DAP x Sobrevivência).....	50
Tabela 4 – Média de brotos de árvores selecionadas de <i>E. robusta x E. grandis</i> e <i>E. saligna</i> por anelamento e semianelamento do caule aos 90, 120 e 210 dias localizadas em Mafra - SC, 2016.	51
Tabela 5- Número de brotos por indivíduo originados do resgate de árvores selecionadas de <i>Eucalyptus</i> spp. por anelamento de caule aos 90, 120 e 210 dias em Mafra - SC, 2016.	54
Tabela 6. Porcentagem de sobrevivência (SOB), de calo (PC), número (NB) e comprimento de brotos (CB) em estacas de diferentes espécies/híbridos.	55
Tabela 7 - Porcentagens de sobrevivência (SOB), de enraizamento (ENR), de calo, número de raízes (NR) e comprimento de raízes (CR) formadas por estacas de <i>Eucalyptus saligna</i> , para os quatro substratos avaliados.	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVO	22
2.1 OBJETIVO GERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1 GÊNERO <i>Eucalyptus</i>	23
3.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>Eucalyptus</i> UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.....	24
3.2.1 <i>Eucalyptus grandis</i> (Hill) Maiden.....	24
3.2.2 <i>Eucalyptus pellita</i> F. Muell.....	25
3.2.3 <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake.....	26
3.2.4 <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden	27
3.2.5 <i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.	28
3.2.6 <i>Eucalyptus saligna</i> Sm.....	29
3.2.7 <i>Eucalyptus tereticornis</i> Smith	30
3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO.....	31
3.3.1 Seleção de espécies.....	32
3.3.2 Híbridos de espécies do gênero <i>Eucalyptus</i>	33
3.3.3 Propagação vegetativa	34
3.3.3.1 Resgate vegetativo e multiplicação das árvores superiores.....	35
3.3.3.2 Estaquia.....	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
4.2 MATERIAL VEGETAL	40
4.3 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES/HÍBRIDOS	40
4.4 TRATAMENTO DE RESGATE VEGETATIVO	42
4.4.1 Métodos de resgate vegetativo em <i>E. saligna</i> e <i>E. robusta</i> x <i>E. grandis</i>	42
4.4.2 Resgate vegetativo em função das espécies e híbridos	43

4.5 ENRAIZAMENTO DE ESTACAS	44
4.5.1 Estaquia em função das espécies/híbridos	44
4.5.2 Estaquia com diferentes concentrações de AIB	45
4.5.3 Enraizamento das estacas em função do substrato	45
4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5.1 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES/HÍBRIDOS	48
5.2 TRATAMENTOS DE RESGATE VEGETATIVO	51
5.2.1 Métodos de resgate vegetativo em <i>E. saligna</i> e <i>E. robusta x E. grandis</i>	51
5.2.2 Resgate vegetativo em função das espécies/híbridos	53
5.3.1 Estaquia em função das espécies/híbridos	55
5.3.2 Estaquia com diferentes concentrações de AIB	53
5.3.3 Enraizamento das estacas em função do substrato	56
6 CONCLUSÕES	63
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1 INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, o setor de base florestal tem se destacado de maneira significativa nas últimas décadas, podendo ser avaliado, entre outros aspectos, com base no número de empresas existentes e atuantes neste setor, o que evidencia a relevância socioeconômica para o desenvolvimento regional, através da geração de emprego e renda e arrecadação de tributos (ACR, 2015).

Devido à alta procura de madeira de qualidade no mercado, torna-se indispensável à implantação de florestas com boas características de crescimento. Com isso, o setor florestal brasileiro tem ampliando sua produção e pesquisas envolvendo diferentes espécies, híbridos e clones de espécies florestais.

Atualmente, o gênero *Eucalyptus* engloba o grupo de espécies florestais mais plantadas e pesquisadas no Brasil, devido seu rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande adaptabilidade a diversas condições de solos e clima, além do seu alto potencial como matéria prima para indústria madeireira e para a produção de celulose e papel.

Esse gênero compreende cerca de 800 espécies o qual vem evoluindo constantemente a nível de melhoramento genético ao longo dos anos. No Brasil, as principais espécies plantadas são o *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis* e os híbridos de *E. grandis x E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*. A madeira produzida destina-se aos mais diversos fins, com maior ênfase para os segmentos de papel e celulose, seguido da produção de carvão vegetal, painéis industrializados, serrados, compensados, construção civil (ABRAF, 2013; ACR, 2015).

A eucaliptocultura é a base da silvicultura nacional e, na maioria dos casos, é utilizada como modelo para o desenvolvimento da silvicultura de outras espécies menos estudadas. Um exemplo do exposto está relacionado ao processo de produção de mudas em viveiro. Desse modo, a silvicultura clonal é uma importante ferramenta para aumentar a competitividade no setor florestal, principalmente na produção de mudas, tornando possível a implantação de povoamentos florestais com características desejáveis, tais como uniformidade e elevada produtividade.

Para isto, são realizados diferentes testes de material genético, como testes de espécies/híbridos para a seleção de indivíduos que apresentam melhores resultados de crescimento e volume. Além disso, o aumento das áreas de plantios clonais tem possibilitado

a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas, dada a falta de material genético adaptado para tal propósito (XAVIER et al., 2009).

Sendo assim, a seleção de árvores superiores é realizada na fase adulta, pois é nesta fase que as árvores apresentam seu real potencial de crescimento e das características qualitativas. Para seleção de árvores matrizes é necessário observar alguns critérios como o vigor e os aspectos fitossanitários, forma do tronco, altura, diâmetro, ramificações, porte, verificar se são desprovidos de pragas e doenças. Uma das grandes dificuldades verificadas em plantas adultas é a obtenção de brotações com capacidade rizogênica, sendo este o primeiro fator a ser observado durante o processo de seleção e multiplicação das árvores adultas (HACKETT, 1988).

Dentre os processos que são utilizados para emissão de brotações na base da planta, assim como para a obtenção de mudas clonais visando o estabelecimento de testes clonais, destaca-se a decepa da árvore. Contudo, existem outras técnicas de resgate vegetativo nas quais não é realizado o corte da planta matriz, como o anelamento na base do tronco e o semianelamento, essa última indicada para espécies que não conhece o comportamento fisiológico.

A propagação vegetativa é utilizada para produzir mudas geneticamente idênticas a planta-matriz, estabelecendo florestas clonais com maior produtividade e melhor qualidade da madeira. Dentre as técnicas de propagação vegetativa utilizada na área florestal, destaca-se a estaquia, uma das técnicas mais utilizadas para a propagação clonal de árvores selecionadas do gênero *Eucalyptus* (ALMEIDA, 2007), a qual tem como vantagens a facilidade de propagação e o baixo custo operacional.

No entanto, algumas espécies e clones de *Eucalyptus* vem apresentado dificuldades no processo de produção de mudas, devido ao baixo índice de enraizamento das estacas, dificultando o aproveitamento dos benefícios da clonagem. A utilização de reguladores de crescimento e substratos adequados é uma prática comum para culturas com produção já estabelecida, com o objetivo de aumentar a uniformidade, o número e a quantidade de raízes formadas.

Tem-se observado crescente demanda por madeira para diversos usos, como para energia e celulose favorecendo a manutenção dos recursos florestais nativos e a inclusão social. Assim, é necessária a busca de espécies florestais alternativas para abastecimento da indústria. Híbridos de eucalipto devem ser pesquisados, avaliando-se seu potencial para utilização, adaptação e também as características própria da espécie, avaliando os aspectos

que conferem maior resistência a geadas e outros fatores ambientais, além da qualidade da madeira.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar, resgatar e multiplicar o material genético das melhores espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp., visando o estabelecimento de técnicas de propagação vegetativa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a sobrevivência e indicadores de produtividade de diferentes espécies/híbridos de *Eucalyptus* na fase adulta;
- Avaliar os métodos de anelamento e semianelamento no resgate vegetativo de árvores de *Eucalyptus*.
- Avaliar o enraizamento de estacas em função dos substratos e das espécies/híbridos;
- Avaliar o efeito de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento das estacas dos indivíduos selecionados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GÊNERO *Eucalyptus*

O eucalipto pertence a divisão Angiospermae, classe Dicotyledoneae, ordem Myrtales, família Myrtaceae e gênero *Eucalyptus*, podendo ser encontrado atualmente em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. Originário do continente australiano, exceto as espécies *E. urophylla* e *E. deglupta*, que o correm em ilhas na Oceania fora da Austrália, esse gênero possui mais de 800 denominações diferentes, incluindo espécies, variedades e híbridos. É dividido em oito subgêneros: Blakella, Eudesmia, Gubae, Idiogenes, Telocalyptus, Monocalyptus, Sympylyrtus e Corymbia (hoje considerado gênero) (CIFORESTAS, 2016). Ocorre em áreas com uma ampla variação ambiental, estendendo-se desde locais pantanosos até áreas secas, com solos pobres e arenosos, bem como também em solos de alta fertilidade. Além disso, distribui-se em ambientes com alta variação, tanto em termos de temperatura quanto de precipitação (ALFENAS et al., 2009).

Em 1925, chegaram ao Brasil os primeiros eucaliptos utilizados como plantas ornamentais no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. No Rio Grande do Sul, em 1868, a espécie começou a ser plantada para a produção de lenha e formações de barreiras contra o vento. Nos primeiros anos do século XX, Edmundo Navarro de Andrade implantou árvores para serem utilizadas em caldeiras das locomotivas, postes, moirões e dormentes. Desde então, o plantio florestal do eucalipto vem ganhando importância na cadeia produtiva no Brasil, transformando-se em uma fonte de riqueza e desenvolvimento social, bem como de conservação ambiental (FRIGOTTO, 2014).

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores - IBA (2016), os plantios de eucalipto ocupam 5,6 milhões de hectares de área plantada no Brasil, localizados principalmente em Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e no Mato Grosso do Sul (15%), sendo que nos últimos cinco anos, o crescimento da área de eucalipto foi de 2,8% a.a. O Mato Grosso do Sul se destaca com o plantio de 450 mil hectares nos últimos cinco anos.

No Brasil o aumento da produtividade e qualidade da madeira dos plantios florestais de *Eucalyptus*, ocorreu devido a produção de híbridos interespecíficos e a facilidade de clonagem dos melhores indivíduos das progêneres geradas. Segundo Assis e Mafia (2007) o Brasil está em posição mundial de destaque na indústria florestal, principalmente no setor de celulose e papel, devido ao binômio "hibridação e clonagem". A clonagem torna possível a multiplicação dos indivíduos em grande escala, formando florestas comerciais com

homogeneidade de características tecnológicas (SANTOS et al., 2006), podendo também ser resistente a pragas, doenças, déficit hídrico e geadas (SANTOS et al., 2012).

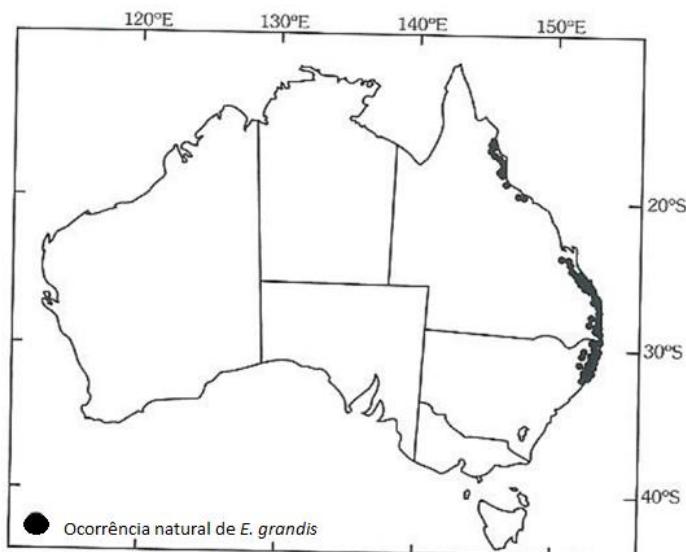
3.2 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES DE *Eucalyptus* UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO

3.2.1 *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden

Sua área de ocorrência natural estende-se em forma descontínua e fragmentada por uma longa faixa costeira, desde Newcastle até Atherton (Figura 1). Embora estas duas localidades estejam situadas em diferentes regiões latitudinais, a primeira temperada e a segunda tropical, não existem diferenças climáticas apreciáveis entre ambas (MORA; GARCIA, 2000).

O *E. grandis*, é uma das espécies mais plantadas no Brasil, utilizada também como progenitora para a produção de híbridos interespecíficos devido suas características silviculturais e tecnológicas favoráveis, aliadas ao seu bom comportamento em amplas condições ecológicas, vem se destacando tanto no Brasil como em outros países com clima tropical, merecendo cada vez mais relevância em termos de melhoramento genético (KAGEYAMA, 1990).

Figura 1 – Local de ocorrência natural de *E. grandis*



Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

Esta espécie possui qualidades excelentes, superando qualquer outra em incremento, quando as condições ambientais são adequadas, sendo esta a causa de sua grande aceitação. Entre suas características tem o hábito de desramar-se naturalmente, o que dá origem a fustes lisos com aspectos colunar (MORA & GARCIA, 2000).

Utilizada intensivamente na Austrália e na república Sul Africana, quando oriunda de plantações de ciclo longo, como madeira de construção. Já a madeira produzida em ciclos curtos é utilizada para caixotaria. É a principal fonte de matéria prima para celulose e papel do Estado de São Paulo. Porém, pode ser susceptível ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis* Bruner) devido a deficiência hídrica (IPEF, 2016).

Alzate (2004), menciona que no Brasil, o híbrido *Eucalyptus urograndis*, proveniente do cruzamento entre as espécies *E. urophylla* x *E. grandis* constitui a base da silvicultura florestal em muitas empresas florestais.

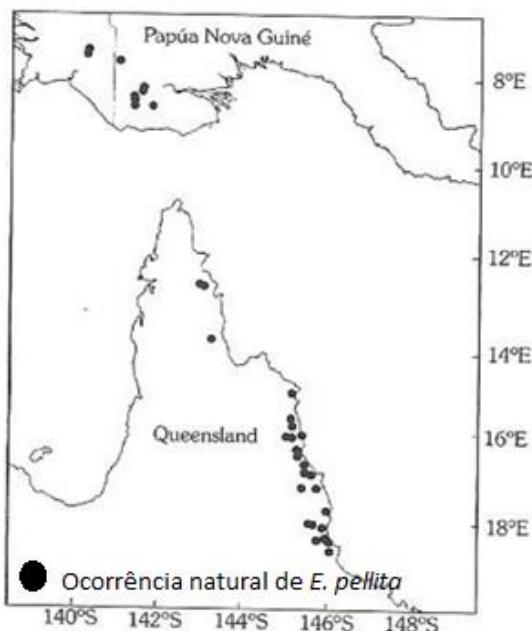
O *E. urograndis* é um híbrido, obtido através do cruzamento do *E. grandis* x *E. urophylla*. Atualmente, mais de 600.000 ha são cultivados com este híbrido, constituindo a base da silvicultura clonal brasileira. O objetivo do cruzamento destas duas espécies é obter plantas com um bom crescimento, características do *E. grandis*, e um leve aumento na densidade da madeira, melhorias no rendimento e nas propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*. A rusticidade, propriedades da madeira e resistência ao déficit hídrico do *E. urophylla* também fazem parte deste interesse no cruzamento de *E. grandis* e *E. urophylla* (QUEIROZ et al., 2004).

3.2.2 *Eucalyptus pellita* F. Muell

E. pellita é uma árvore de tamanho médio superando os 40 m de altura e 1 m de DAP (diâmetro à altura do peito), com excelente forma do fuste. Em solos pobres, alcança 15 a 20 m e em terrenos arenosos ao nível do mar a altura é de 5 a 10 m (IPEF, 2016).

Distribui-se pelo nordeste australiano, sendo submetido a um clima quente-úmido com temperaturas mínimas de 4 a 19 °C e máxima de 30 °C sendo que nestas condições não constata-se período de seca severa (Figura 2). A vegetação associada é pluvial, possuindo um denso e variado sub-bosque, de solo argiloso, localizados nas encostas ao longo de córregos, onde desenvolve suas raízes mais fasciculadas. Tem-se notado que esta espécie caracteriza-se pela alta exigência em magnésio (BOLAND et al., 2006).

Figura 2 – Local de ocorrência natural de *E. pellita*



Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

Na Austrália geadas não ocorrem nas áreas do norte enquanto que nas áreas do sul ocorre raramente, nas maiores altitudes. Ocorre em topografia ondulada, limitada por precipícios, em terrenos bem drenado e levemente encharcado. Prefere vales, na parte seca, e quente próximo à ribeirões. Os solos variam de rasos e arenosos, derivados de arenito, a podzólicos (argilosos e profundos) (IPEF, 2016).

A madeira é muito utilizada para construções e estruturas. Nas condições brasileiras há necessidade de estudos mais detalhados para se determinar a viabilidade de outras utilizações (IPEF, 2016).

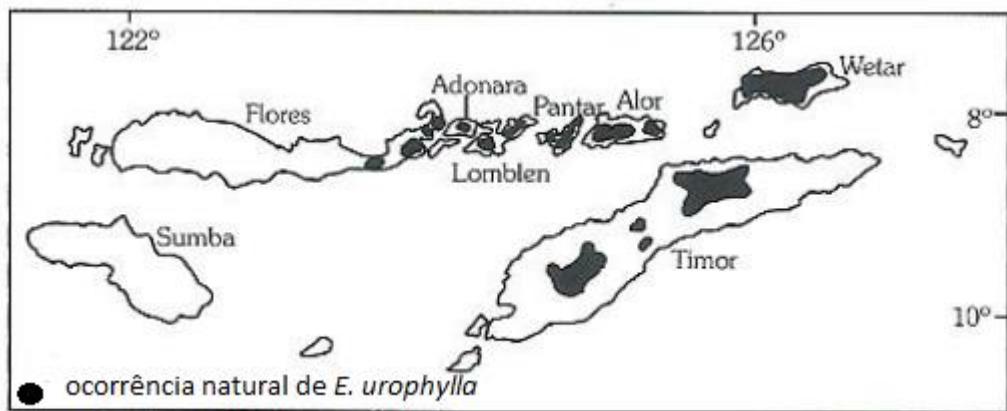
3.2.3 *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

Natural de algumas ilhas do arquipélago de Sonda, ao norte da Austrália, ocorre entre 7 e 10° de latitude sul. Em Timor, onde se encontra na maior faixa altitudinal, ocorre entre 550 e 2940 m de altitude (Figura 3). O clima dessas regiões varia desde tropical sub-úmido a montano úmido (FERREIRA; SILVA, 2004).

Na área de ocorrência natural a madeira é utilizada para construções e estruturas que demandem alta resistência (IPEF, 2016). No Brasil, o interesse surgiu nos últimos anos depois de comprovada sua alta resistência ao cancro do eucalipto. Esta característica, como também

as propriedades de sua madeira, indicam que pode ser um bom substituto do *E. grandis* nas localidades onde este último torna-se suscetível ao cancro (MORA; GARCIA, 2000).

Figura 3 – Local de ocorrência natural de *E. urophylla*.



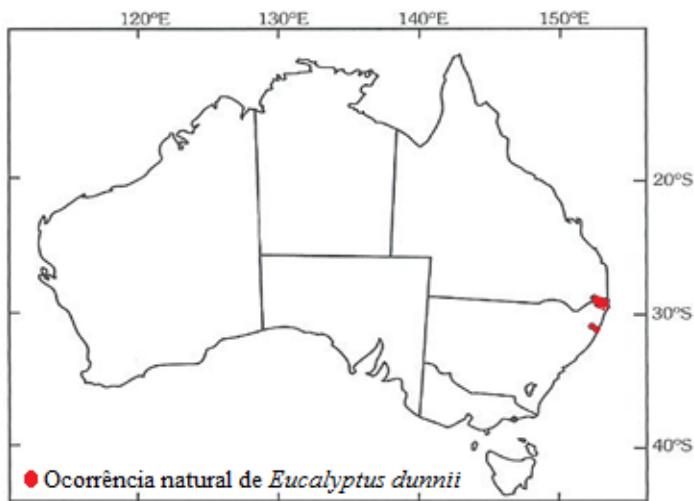
Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

3.2.4 *Eucalyptus dunnii* Maiden

O *Eucalyptus dunnii* atinge 50 m de altura e 1 a 1,5 m de DAP (ocasionalmente, 2,5 m), com fuste limpo de 30 a 35 m. A espécie tem uma distribuição restrita na região nordeste de New South Wales e sudeste de Queensland, onde as latitudes variam de 28° a 30° e altitudes de 300 a 750 m (Figura 4). O clima é quente e úmido, com média das temperaturas máximas do mês mais quente entre 27 a 30 °C, e a média das mínimas do mês mais frio varia de 0 a 3° C. Com registros de 20 a 60 geadas por ano de baixa intensidade, precipitação pluviométrica média anual variando de 1000 a 1750 mm e chuvas concentradas no verão, mas há meses com menos de 40 mm de precipitação (EMBRAPA, 1988).

É uma espécie potencialmente apta para o sul do Brasil, demonstrando discreta resistência ao frio, suportando temperaturas mínimas de até -5 °C, rápido crescimento, uniformidade dos talhões e forma das árvores. Nas proximidades de Lages, a espécie tem apresentado suscetibilidade à geada tardia, sofrendo danos graves com um ano de idade. Ainda assim, o *E. dunnii* é destaque em plantios localizados acima de 500 metros de altitude, onde o inverno é fator limitante para o cultivo de muitos eucaliptos (EMBRAPA, 1988; MORA; GARCIA, 2000). Sua madeira pode ser utilizada para diversas finalidades, com alto potencial para produção de celulose, serraria, móveis, laminação e caixotaria (IPEF, 2016).

Figura 4 - Local de ocorrência natural de *E. dunnii*.



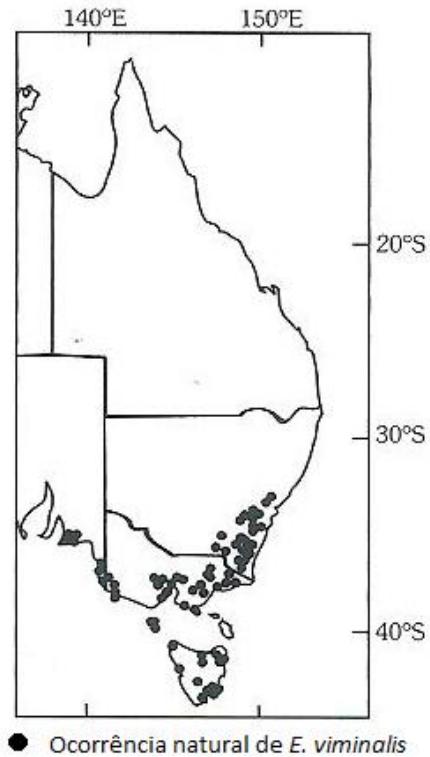
Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006)

3.2.5 *Eucalyptus viminalis* Labill.

Ocorre naturalmente nos Estados de New South Wales, Victoria e Tasmânia, entre as latitudes de 28 a 43,5°S (Figura 5). As altitudes podem variar desde o nível do mar até 1.500 m. A precipitação pluviométrica média anual varia de 625 a 1.400 mm, predominantemente no inverno ou no verão. A média das temperaturas máximas do mês mais quente não ultrapassa 21 °C, enquanto que a média das mínimas do mês mais frio varia de 1 a 4 °C. Podem ocorrer geadas na intensidade de 5 a 60 dias/ano (IPEF, 2016).

É uma das poucas espécies recomendadas para o plantio em escala comercial em áreas sujeitas a geadas como na Região Sul do Brasil em altitudes superiores a 600 m (HIGA; CARVALHO, 1990; MORA; GARCIA, 2000). A madeira pode ser utilizada para caixotaria, escoras de construção, mourões e lenha. A espécie é altamente resistente a geadas, suscetível a deficiências hídricas e apresenta boa capacidade de regeneração por brotações das cepas. A madeira apresenta cor amarelo-clara ou rosada e de baixa densidade (IPEF, 2016).

Figura 5 - Local de ocorrência natural de *E. viminalis*



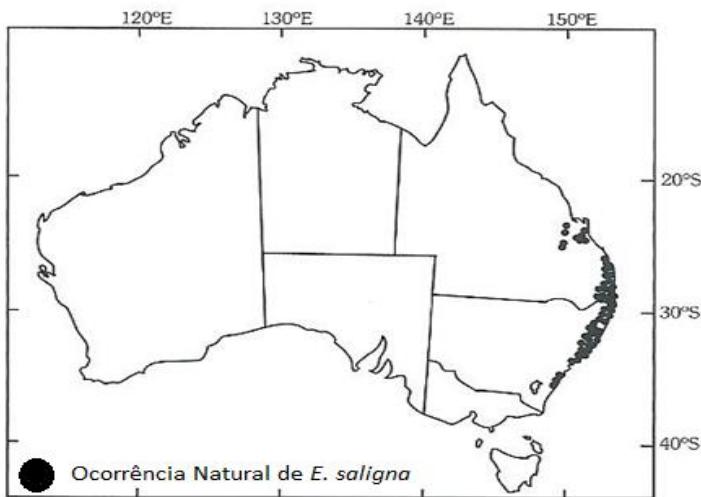
Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

3.2.6 *Eucalyptus saligna* Sm

O *Eucalyptus saligna* também apresenta ocorrência natural na Austrália, ocupando uma faixa costeira extensa, porém descontínua e fragmentada, desde 36° S de latitude, ao sul de Sydney, até 21° S, ao oeste de Mackay, Queensland (Figura 6) (GONZAGA, 1983).

A espécie não tolera temperaturas elevadas, nem condições de seca pronunciadas. Por isso, na região subtropical norte, os povoamentos naturais ocorrem apenas nas montanhas, em razão de não suportarem o clima quente e a seca dos locais de baixa altitude. Fornece madeira de cor clara e de baixa densidade apta para celulose e numerosas outras finalidades (MORA; GARCIA, 2000).

Figura 6 – Local de ocorrência natural de *E. saligna*



Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

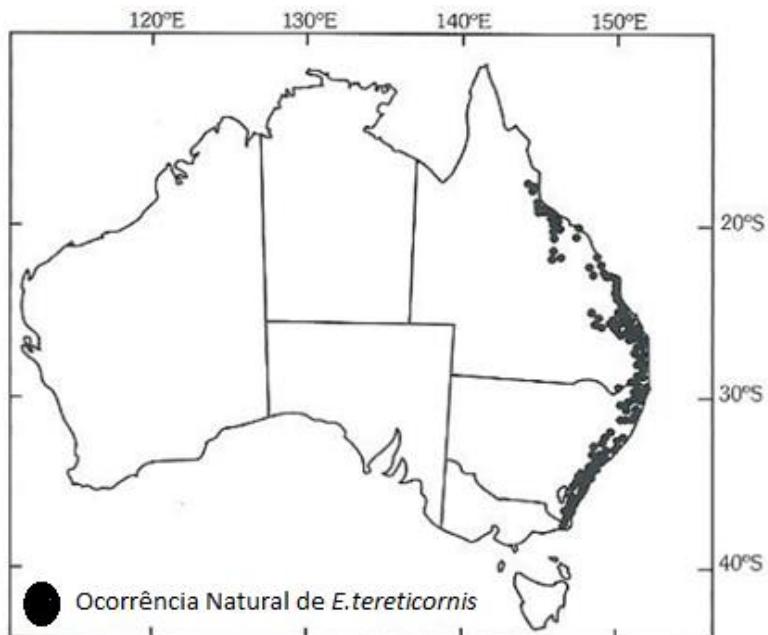
3.2.7 *Eucalyptus tereticornis* Smith

O *Eucalyptus tereticornis* ocorre naturalmente em climas quente e úmido e sub-úmido da Austrália e da Papua Nova Guiné (Figura 7), onde a temperatura média máxima varia de 24 a 36 °C e a média mínima de 1 a 19 °C, e a precipitação média anual oscila entre 650 e 3.000 mm (BOLAND et al. 1991). Na Austrália, a espécie ocorre desde o sul de Victória até Nova Gales do Sul, passando por Queensland e estendendo-se até as savanas da Papua Nova Guiné, em latitudes de 6° 38' S e em altitudes que vão desde o nível do mar até 1000 m. Naquelas regiões predominam precipitações de 500 a 1.500 mm e período seco de até 7 meses (FAO, 1981).

Indivíduos adultos atingem 45 m de altura, a madeira apresenta alta durabilidade, sendo empregada na produção de postes, moirões, construção civil, energia, carvão, papel, tábuas e aglomerados, tanino e óleos essenciais (IPEF, 2016).

A produtividade constatada em áreas experimentais, no Brasil, tem variado entre 16 e 64 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (SILVA et al., 1992; DRUMOND et al., 1998; OLIVEIRA et al.; 1999; PEREIRA et al., 2000).

Figura 7 – Local de ocorrência natural de *E. tereticornis*



Fonte: Adaptado de Boland et al. (2006).

3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

O melhoramento genético florestal pode ser considerado como uma ciência relativamente nova, a qual teve seu maior desenvolvimento mundial a partir de 1950 e, no Brasil, a partir de 1967, com a implantação da lei de incentivos fiscais ao reflorestamento (RESENDE, 1999). Esta ciência tem contribuído muito para a produção silvicultural no Brasil, o qual destaca-se no cenário mundial por possuir extensas áreas de florestas nativas, com possibilidade de manejo, e de florestas plantadas, com perspectivas de crescimento entre as mais sustentáveis do mundo (IBA, 2016).

As estratégias básicas de melhoramento são compostas da população base, da população de melhoramento, dos métodos para avaliar e selecionar árvores geneticamente superiores, dos métodos a serem utilizados na recombinação destas árvores para regenerar populações de melhoramento, que serão submetidas a ciclos repetidos de seleção, e dos métodos de multiplicação, para prover material genético melhorado em quantidade para plantios comerciais (ASSIS, 2014).

Porém, um dos problemas que ocorre é o longo período para a obtenção de um ciclo de melhoramento com espécies perenes, mesmo em espécies de crescimento rápido, o tempo necessário ao florescimento é demasiadamente longo, se comparado às espécies anuais. Em

Eucalyptus, o ciclo médio é de cinco anos quando as árvores atingem a idade reprodutiva, tornando a atividade onerosa e com maiores riscos (IPEF, 2004).

Por meio do melhoramento genético de eucalipto, vários avanços foram conseguidos em relação as espécies, adaptação de procedências em diferentes ambientes, métodos de propagação, hibridação e silvicultura clonal. Sendo assim, a condução das hibridizações é um fator determinante para o sucesso do programa de melhoramento. O que se espera é de que os híbridos gerados entre os genitores com base em seus valores genéticos preditos em populações apresentem superioridade ao longo das gerações em esquemas de seleção recorrente recíproca (ROCHA et al., 2007), divergentes e, portanto, portadores de boa capacidade geral e específica de combinação.

Em contrapartida, os ganhos genéticos esperados nem sempre tem sido compatíveis com os observados. A este fato tem se atribuído como causa principal a interação genótipo x ambiente, isto é, o material selecionado num determinado sitio (local, tipo de manejo) não tem correspondido às expectativas quando se planta em outro local (KAGEYAMA, 1980; PATIÑO VALERA, 1986; BERTOLOTTI, 1986; BILA, 1988).

Desta forma, por apresentar diversidade de espécies e a flexibilidade em seus usos, a seleção de espécies deve ser de acordo com as condições do clima e solo do local escolhido pelo produtor.

3.3.1 Seleção de espécies

A seleção da espécie para o plantio é realizada de acordo com as condições de clima e solo, sendo recomendadas quanto maior a semelhança das condições do local de plantio com as do local de origem. No Brasil, as principais espécies de eucalipto plantadas são de origem tropical e subtropical (CIFORESTAS, 2016).

A seleção de espécies constitui um método bastante eficaz para o aumento da produtividade florestal, em virtude da expansão das atividades florestais para novas regiões com variadas condições climáticas e edáficas. Assim, há uma preocupação constante pela seleção das espécies que melhor se adaptem às novas condições ambientais (FERREIRA; COUTO, 1981). Segundo Schumacher e Viera (2015), a seleção das plantas matrizes superiores servirão de base para a formação dos futuros plantios clonais. Deve-se atentar para o fato de que a seleção de árvores superiores em termos de produtividade e de qualidade em um povoamento é somente o primeiro passo para a sua indicação em plantios comerciais.

O processo de escolha de espécies de eucalipto, potencialmente aptas para plantio no Brasil, tem se baseado, primeiramente, em critérios climáticos (BARROS; NOVAIS, 1990). A geada é um fator ambiental muito importante na adaptação dos eucaliptos na região Sul do Brasil. Porém, outros fatores devem ser levados em consideração, por exemplo, produtividade, resistência a pragas e doenças e aspectos específicos de acordo com os objetivos de produção tais como: celulose, carvão, madeira sólida, etc. Assim, o desenvolvimento de cada espécie a todos esses fatores precisa ser avaliado para que os plantios florestais tenham êxito (HIGA et al., 1997; HIGA; HIGA, 2000; CALDEIRA et al., 2015).

De maneira geral, objetivando a seleção de matrizes para a produção de toras para serraria, os seguintes critérios devem ser adotados: ausência de danos causados por pragas e doenças; crescimento maior que a média das árvores plantadas na mesma região ou local; tronco reto e sem bifurcações; galhos finos; boa qualidade tecnológica da madeira (rachaduras, empenamentos etc.) e boa capacidade de desrama natural (CALDEIRA et al., 2015).

Assim, o processo de seleção da árvore matriz trata-se de uma etapa de fundamental importância para se alcançar a meta desejada na silvicultura clonal. As árvores matrizes devem agregar os atributos silviculturais desejáveis, consequentemente, uma planta de padrão superior. A correta escolha das árvores superiores a serem clonadas deve ser feita de maneira criteriosa, de forma prática e baseando-se em fundamentos científicos, os quais são variáveis em função da metodologia de seleção, da espécie, disponibilidade de material genético, tempo, estruturas de apoio e, principalmente, com os objetivos almejados com o processo seletivo (XAVIER, 2003).

3.3.2 Híbridos de espécies do gênero *Eucalyptus*

A hibridação interespecífica tem se constituído na forma mais rápida e eficiente de obtenção de ganhos genéticos no melhoramento de espécies de *Eucalyptus*, com reflexos diretos e significativos na indústria de base florestal. A busca de complementaridade nas características tecnológicas da madeira, a tolerância a estresses bióticos e abióticos, bem como a manifestação de heterose, verificada em vários cruzamentos híbridos, constituem os principais caminhos para se produzir indivíduos superiores em crescimento, adaptação e qualidade da madeira (ASSIS; MAFIA, 2007).

No Brasil, desde a década de 1970, os programas de melhoramento genético de eucalipto utilizam metodologias de hibridação e de clonagem como principais ferramentas para a obtenção de ganhos genéticos, fundamentados na expressiva divergência genética entre e dentro de espécies e procedências associada à expressiva manifestação heterótica dos híbridos (RESENDE e HIGA, 1990). Geralmente, observa-se superioridade dos híbridos interespecíficos de *Eucalyptus* spp., principalmente em relação às progêniens parentais quanto ao crescimento, à adaptação e à tolerância a doenças (ROCHA et al, 2007).

Existe grande número de espécies de *Eucalyptus* que são compatíveis entre si quanto ao cruzamento genético, o que permite inúmeras combinações e, assim, atende às exigências dos mais diferentes ambientes de plantio e às finalidades de usos. Espécies como *Eucalyptus pellita*, que apresentam ampla resistência a diferentes patógenos, juntamente com *E.grandis*, *E.saligna* e *E.urophylla*, são consideradas essenciais para compor um programa de melhoramento genético, incluindo ainda *E. camaldulensis* visando à introgessão de características como a tolerância ao estresse hídrico (ODA,2014).

A grande diversidade interespecífica deste gênero facilita a busca de combinações desejáveis nos programas de melhoramento genético para distintas finalidades industriais. Além disso, a grande diferenciação entre as espécies, em termos de crescimento e propriedades tecnológicas da madeira, é um fator importante na produção de combinações complementares, capazes de proporcionar ganhos simultâneos em crescimento e qualidade da madeira (ASSIS; MAFIA, 2007).

Segundo Rocha et al (2007) a expectativa é de que os híbridos gerados entre os genitores com base em seus valores genéticos preditos em populações divergentes e, portanto, portadores de boa capacidade geral e específica de combinação apresentem superioridade ao longo das gerações em esquemas de seleção recorrente recíproca.

3.3.3 Propagação vegetativa

A técnica de propagação vegetativa é de grande importância, principalmente quando se deseja multiplicar um genótipo que não é segregada pela propagação seminal (SOUZA JUNIOR, 2007). No Brasil, a produção massal de mudas clonais de espécies florestais começou na região litorânea do Espírito Santo, em 1979, e estendeu-se a outras regiões do Brasil (CAMPINHOS; IKEMORI, 1983; CAMPINHOS, 1987).

Esta técnica é possível devido à capacidade que as células vegetais, partes de órgãos ou órgãos tem de regenerar órgãos ou plantas inteiras, em razão da sua totipotência (XAVIER

et al., 2009). Devido a isto, o uso da propagação vegetativa de espécies florestais tem como vantagens a formação de povoamentos de alta produtividade e uniformidade, resistência a pragas e doenças, maior qualidade da madeira e seus produtos. Entre as principais desvantagens podem ser citadas o risco de estreitamento da base genética dos plantios clonais, quando utilizado pequeno número de clones, e a dificuldade de obtenção de enraizamento em algumas espécies ou clones (WENDLING, 2003).

A utilização da propagação vegetativa, além de propiciar a obtenção de plantas idênticas à planta matriz, reduz a juvenilidade e aumenta a uniformidade e vigor na produção, podendo ser uma ferramenta importante para propagar espécies de difícil enraizamento (TOSTA et al., 2012).

São vários os métodos existentes para a propagação vegetativa de plantas, dentre os quais pode-se citar a estaqueia, a microestaqueia, a miniestaqueia, a mergulhia, a enxertia e a cultura de tecidos. Segundo Wendling et al. (2000), a escolha do método varia de acordo com os objetivos, espécie envolvida, época do ano, habilidade do executor, o tipo e a quantidade de material disponível, condições ambientais, estrutura, dentre outros fatores. A eficiência da propagação vegetativa é determinada pela capacidade de brotação e enraizamento adventício. Sendo assim, são eliminadas as estacas que não enraízam ou que não produzem brotos e também as que enraízam ou rebrotam com dificuldade, pois estas limitarão a quantidade de mudas a serem produzidas (FLORIANO, 2004).

A propagação assexuada de eucalipto no Brasil passou por inúmeras transformações, sendo iniciada com a implementação da técnica de estaqueia, em escala comercial, na década de 70. No final da década de 90, foi desenvolvida a técnica de miniestaqueia, sendo que, atualmente, praticamente todos os médios e grandes produtores brasileiros de mudas de eucaliptos já a implantaram em nível comercial. Sabe-se também que, cada vez mais, produtores de mudas de pequeno porte estão se adequando para adotar em escala comercial a clonagem de mudas de eucaliptos por miniestaqueia (SCHUMACHER; VIERA, 2015).

3.3.3.1 Resgate vegetativo e multiplicação das árvores superiores

O enraizamento das estacas, visando a propagação clonal de árvores selecionadas, tem sido a técnicas de multiplicação vegetativa mais utilizada na silvicultura clonal, principalmente em se tratando da planta na idade adulta.

As matrizes selecionadas e multiplicadas assexuadamente constituem os clones, e o processo de multiplicação se inicia com o resgate do material superior, o primeiro passo após

a seleção da matriz é a promoção de seu rejuvenescimento ou revigoramento, por meio da indução de brotações juvenis, que são fisiologicamente mais aptas ao enraizamento e têm maior vigor de crescimento.

Segundo Schumacher; Vieira (2015), quando a árvore matriz de eucalipto atinge a maturidade (tempo variável em função da espécie/clone), torna-se difícil ou, as vezes impossível a sua propagação por estaca ou qualquer outro método de propagação vegetativa. A forma mais eficiente de rejuvenescimento e revigoramento é a indução de brotações basais, por meio do corte raso da planta matriz (WENDLING et al., 2014), as quais são posteriormente coletadas e estakeadas, visando a obtenção de brotações em porções com maior grau de juvenilidade, uma vez que, em espécies florestais, há um gradiente de maturação em função da maior proximidade com a meristema apical com o envelhecimento ontogenético (XAVIER et al., 2009). Porém, as desvantagens deste método são a necessidade do corte da árvore e a perda da matriz selecionada, caso ela não rebrote, o que tem sido mais observado para algumas espécies de eucalipto e para árvores de idade mais avançada (acima de 10 anos) (SCHUMACHER; VIERA, 2015).

Além da decepa, existem outras técnicas de resgate vegetativo, nas quais a planta matriz é mantida em sua condição inicial no campo, tais como a enxertia, o anelamento e o semianelamento na base do tronco, a indução das brotações basais pela ação do fogo, e o uso de brotações epicórmicas induzidas em partes de ramos e galhos da árvore selecionada (ALFENAS et al., 2004). Estas técnicas buscam a indução de brotações para a produção de estacas e obtenção de mudas clonais.

Para a propagação vegetativa e outras fases da silvicultura, torna-se muito importante a identificação de quais indivíduos ou órgãos e tecidos se apresentam juvenis ou podem ser rejuvenescidos (WENDLING; XAVIER, 2001), pois algumas plantas apresentam um gradiente de juvenilidade em direção à base da árvore, sendo esta variável entre espécies, o que promove o aumento da maturação em função da maior proximidade com o meristema apical. A maior juvenilidade da região basal das plantas se deve ao fato dos meristemas mais próximos da base, formarem-se em épocas mais próximas à germinação do que em regiões terminais (HARTMANN et al., 2011).

A grande maioria das espécies de eucalipto brotam após o corte ou após terem sido afetadas por fogo ou ataque de insetos, porém, são observadas algumas diferenças tanto no número de brotos como no vigor dos mesmos, na região de ocorrência natural e em locais onde o gênero é comercialmente plantado. Como são vários os fatores que afetam as brotação

do eucalipto torna-se uma tarefa difícil precisar a verdadeira causa das falhas na rebrota (HIGA; STURION, 1997).

3.3.3.2 Estaquia

A estaquia é uma técnica que consiste em promover o enraizamento de partes da planta, podendo proporcionar a produção de grande quantidade de mudas de boa qualidade em curto espaço de tempo, dependendo da facilidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado, do desenvolvimento posterior da planta (OLIVEIRA et al., 2001).

Seus princípios já são bem conhecidos para as espécies de *Eucalyptus*, sendo amplamente adotada na clonagem de árvores, o que permitiu o desenvolvimento da silvicultura clonal de forma intensiva em diversas partes do mundo (XAVIER et al., 2009). Antes do surgimento das técnicas de miniestaquia e microestaquia, a estaquia foi uma das que proporcionou maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, pela multiplicação de genótipos selecionados, em curto período de tempo (PAIVA; GOMES, 2005).

Entre os vários fatores que podem influenciar a propagação vegetativa estão aqueles ligados às condições ambientais de enraizamento das estacas, como umidade, temperatura, luz, substrato para enraizamento das estacas, genótipo, idade do propágulo, tipo de estaca, balanço hormonal da estaca, estado nutricional da planta-matriz e estado fitossanitário dos propágulos, idade da planta matriz, época do ano que as estacas foram coletadas, entre outros (GOULART; XAVIER, 2010).

A propagação clonal em *Eucalyptus* é efetuada a partir do enraizamento de estacas caulinares, com segmentos variando em torno de 4 a 10 cm de tamanho, com um par de folhas reduzidas pela metade, confeccionadas a partir de brotações provenientes de cepas de árvore selecionadas (FRIGOTTO, 2016). A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias (ALFENAS et al., 2009).

Para Alfenas et al. (2009), o conjunto das características internas da planta matriz, como por exemplo o conteúdo de água, teor de reservas e nutrientes, devem ser adequados para beneficiar o enraizamento. O enraizamento também pode ser comprometido pela rápida penetração de ar (embolia) nos vasos do xilema no momento de preparo das estacas,

interrompendo a continuação da coluna líquida e interpondo grande resistência ao fluxo de água, o que pode causar desidratação e morte das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As auxinas podem auxiliar no enraizamento de estacas de diversas espécies, contudo, é necessário que haja um adequado balanço hormonal nos tecidos das estacas, sendo este específico para cada genótipo (DIAS, 2011). Além da concentração do regulador vegetal, outros fatores podem interferir no processo de formação de raízes, a exemplo da baixa capacidade genética das árvores matrizes para a formação de raízes adventícias, uso de propágulos com tamanho inadequado e com idade fisiológica desfavorável ao enraizamento, além de propágulos maduros com baixo grau de juvenilidade (XAVIER et al., 2013).

Porém, um grande problema relacionado à estquia é a obtenção de brotos, que apresentem competência à rizogênese. Essas características estão diretamente relacionadas com a origem genética da planta-matriz e ao grau de juvenilidade em que se encontram as brotações que serão utilizadas para a estquia. Quanto mais adulto o material, menor será seu grau de juvenilidade e, consequentemente, menor sua competência rizogênica (BACCARIN, 2012).

A presença e o número de folhas também é um fator de fundamental importância para garantir o enraizamento, pois constituem fonte de auxinas e carboidratos importantes no processo de rizogênese. A redução da área foliar nas estacas tem a finalidade de diminuir o excesso de transpiração, facilitar a chegada da água de irrigação ao substrato, evitando o chamado "efeito guarda-chuva" e reduzir o encurvamento das estacas devido ao peso da água sobre a superfície das folhas (XAVIER et al., 2009; HARTMANN et al., 2011).

Outro fator que pode influenciar o enraizamento é o substrato por ter como funções a sustentação das estacas durante o período de enraizamento e a aeração adequada ao desenvolvimento das raízes, bem como por proporcionar condições de umidade e nutrição para o crescimento do sistema radicial (XAVIER et al., 2009). O substrato ideal para o enraizamento depende da espécie, do tipo de estaca, da época, do sistema de propagação, do custo e da disponibilidade de seus componentes (HARTMANN et al., 2011). Segundo Xavier et al. (2009), diversas são as opções de tipos de substrato, sendo os mais comuns nos viveiros de produção de mudas a areia, turfa, a serragem semidecomposta, casca de arroz carbonizada, o composto orgânico, a terra de subsolo, as fibras de coco, vermiculita e a mistura entre eles.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O plantio de *Eucalyptus* spp. utilizado no presente estudo está situado no município de Mafra (Latitude 26°06'41" sul e a uma longitude 49°48'19" oeste), localizado na microrregião do planalto norte do estado de Santa Catarina (Figura 8). O município apresenta relevo de planalto, com colinas de pequena amplitude altimétrica, formando uma superfície regular, quase plana. Possui altitude média de 800 metros do nível do mar (EPAGRI/CIRAM, 2016).

Figura 8 – Localização de Mafra – SC. Local do plantio de *Eucalyptus* utilizado no estudo.



Fonte: Guiariomafra, 2016.

O clima de Mafra é classificado como "subtropical úmido mesotérmico". Subtropical, porque possui temperaturas com médias entre 15 °C e 30 °C; temperatura máxima em torno de 32°C, e a mais baixa em torno de 1 °C. Mesotérmico, porque o território catarinense possui estações do ano bem definidas e com a ocorrência de chuva o ano inteiro. A umidade relativa normalmente fica acima de 85%, principalmente no vale do Rio Negro, onde a taxa de umidade é bem maior (EPAGRI/CIRAM, 2016).

Os solos predominantes na região pertencem às classes de solo Cambissolos Álico e Podzólico-vermelho e Amarelo-álico (WEGNAR, 2000), apresentando as seguintes características: pH: 4,28, Índice SMP: 4,20, Ca⁽²⁾ (cmolc dm⁻³): 0,88, Mg⁽²⁾ (cmolc dm⁻³): 0,76, Al⁽²⁾ (cmolc dm⁻³): 4,64, P Mehlich⁽²⁾ (mg dm⁻³): 0,72, K⁽²⁾ (mg dm⁻³): 73,80, MO (%): 3,45,

CTC efetiva (cmolc dm⁻³): 6,46, CTC pH 7,0 (cmolc dm⁻³): 36,32, Saturação por bases (%): 5,00, Saturação por Al (%): 71,84, Argila (g kg⁻¹): 18,50 (FRIGOTTO, 2015).

4.2 MATERIAL VEGETAL

O plantio experimental com as espécies do gênero *Eucalyptus* spp. foi plantado em dezembro de 1998, com mudas de origem seminal e com o objetivo de teste para adaptação do clima, por meio de cultivo mínimo, subsolagem de três dentes com trator esteira, sem o uso de hidrogel, com espaçamento de 3 x 2 metros, sendo constituído por algumas espécies puras e outras oriundas de cruzamentos, constituindo híbridos interespecíficos. Na área experimental estão presentes as seguintes espécies puras: *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. pellita* e *E. tereticorni*. Já os híbridos foram constituídos pelos seguintes cruzamentos: *E. viminalis x saligna*, *E. grandis x urophila*, *E. dunnii x grandis*, *E. robusta x grandis* e *E. urophila x grandis*.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Cada linha de plantio foi composta por uma espécie/híbrido, sendo que cada linha foi composta por 40 árvores no plantio inicial.

4.3 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES/HÍBRIDOS

Para seleção das melhores espécies/híbridos, os indivíduos foram avaliados quanto à sobrevivência (%), altura (m), diâmetro à altura do peito - DAP (cm) e volume individual (m³/indivíduo) aos 18 anos após o plantio. No plantio, as espécies e os híbridos que não sobreviveram foram substituídos por *E. dunnii*, sendo que estes foram cortados antes de iniciar o experimento.

Foram mensurados em setembro de 2015, todos os indivíduos o DAP, com sutura graduada, e 30% das alturas totais dos indivíduos com o hipsômetro a *laser* Trupulse 360. Para estimar as demais alturas não mensuradas foram ajustados por meio de regressão 12 modelos matemáticos (SOUZA et al., 2016). Com base nos resultados apresentados na análise gráfica de resíduos (Figura 9), coeficiente de determinação ajustado (0,7456) e erro padrão da estimativa em porcentagem (14,62 %) (Tabela 1), a equação que forneceu as melhores estimativas para os modelos estudados foi a obtida pelo modelo

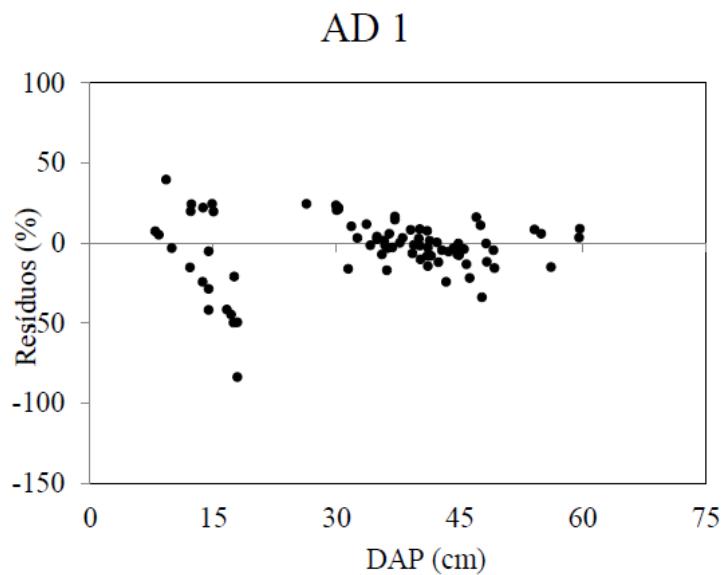
$$AD\ 1: \ln h = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \varepsilon_i$$

Tabela 1 -Parâmetros estatísticos da equação ajustada para espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp. no município de Mafra - SC, Brasil.

Modelo	β_0	β_1	β_2	R^2 ajustado	$S_{yx} (%)$
AD 1	2,06525	0,06602	-0,00070	0,7456	14,62

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Figura 9 - Distribuição dos resíduos de estimativa da altura em função do diâmetro à altura do peito (DAP) do modelo AD 1.



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Para determinação do volume foi utilizado a seguinte fórmula:

$$V = gi * h * ff$$

Em que: V: volume (m^3);

gi: área transversal (m^2);

h: altura (m) e

ff: fator de forma (0,45).

Nota: O fator de forma utilizado como base (0,45) é a média utilizada para estimar o volume de *Eucalyptus* spp. com idades entre 15-20 anos (OLIVEIRA *et al.*, 1999; TREVISAN, 2006; MIRANDA *et al.*, 2015).

Para classificar as espécies e híbridos, considerando o real potencial de produção de madeira, criou-se a variável DAP (cm) x Sobrevida (%) conforme a metodologia proposta por Dobner Jr (2013).

4.4 TRATAMENTO DE RESGATE VEGETATIVO

4.4.1 Métodos de resgate vegetativo em *E. saligna* e *E. robusta x E. grandis*

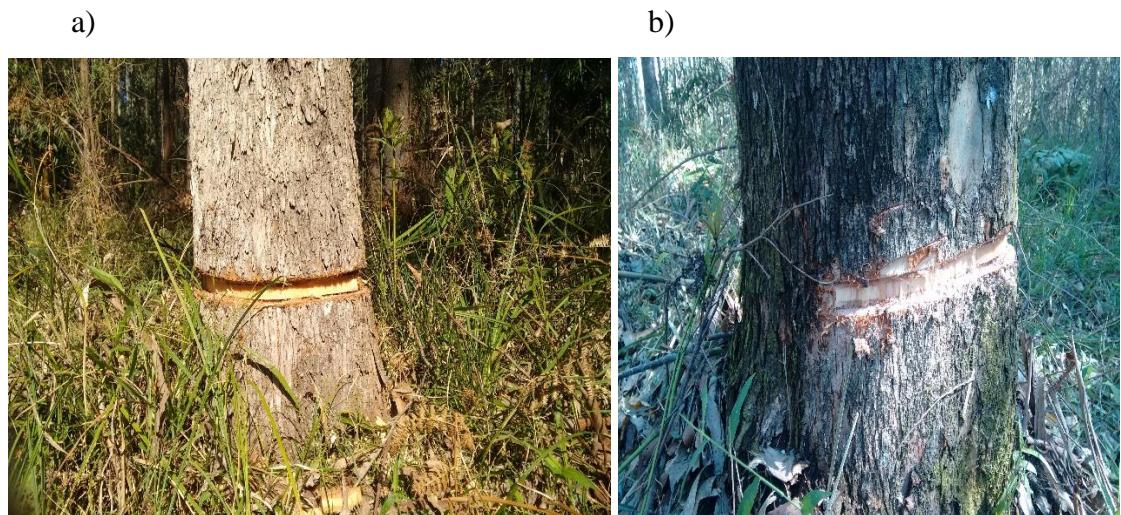
Para o experimento de resgate vegetativo foi utilizada a espécie *E. saligna* e o híbrido *E. robusta x E. grandis* (espécie/híbrido que apresentaram maior quantidade de sobreviventes). Após a seleção das árvores foram aplicados os tratamentos de resgate de material vegetativo, semianelamento ou anelamento numa distância de, aproximadamente, 30 cm do solo, conforme metodologia proposta por Almeida (2007) para *Eucalyptus cloeziana*. A aplicação dos tratamentos foi realizada em setembro de 2015.

O anelamento e o semianelamento foram realizados por meio do seccionamento de duas linhas transversais no tronco de cada árvore selecionada com o auxílio de um motosserra, cortando-se somente a espessura da casca. Posteriormente, com o auxílio de um facão, foi removido o anel de casca de, aproximadamente, 2 cm de largura entre as linhas seccionadas. No anelamento, foi removida 100% da circunferência do tronco (Figura 10A) e no semianelamento 50% da circunferência do tronco (Figura 10B).

O delineamento experimental utilizado para as formas de resgate foi inteiramente casualizado, com 6 repetições de uma árvore cada. Foi utilizado o esquema fatorial 2x2, sendo o fator A constituído pelas duas espécies e o fator B pelas duas formas de resgate.

Para o experimento de resgate de material vegetativo a variável analisada foi o número de brotos formados. As avaliações foram realizadas aos 90, 120 e 210 após a aplicação dos tratamentos.

Figura 10 – Árvores com tratamentos de resgate de material vegetativo, anelamento 100% e semianelamento 50% em indivíduos de *E. saligna* (a) e o híbrido *E. robusta x E. grandis* (b).



Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

4.4.2 Resgate vegetativo em função das espécies e híbridos

Para o experimento de resgate vegetativo em função das espécies e híbridos foram utilizadas as espécies *E. dunnii*, *E. pellita*, *E. saligna* e os híbridos *E. dunnii x E. grandis*, *E. viminalis x E. saligna* e *E. robusta x E. grandis*. Após a seleção das árvores foi aplicado o anelamento como tratamento de resgate de material vegetativo, a aproximadamente 30 cm do solo. A aplicação dos tratamentos foi realizada em setembro de 2015.

O anelamento foi realizado por meio do seccionamento de duas linhas transversais no tronco de cada árvore selecionada com o auxílio de um motosserra, cortando-se somente a espessura da casca. Em seguida, com o auxílio de um facão, foi removido o anel de casca de aproximadamente 2 cm de largura entre as linhas seccionadas, removendo 100% da casca.

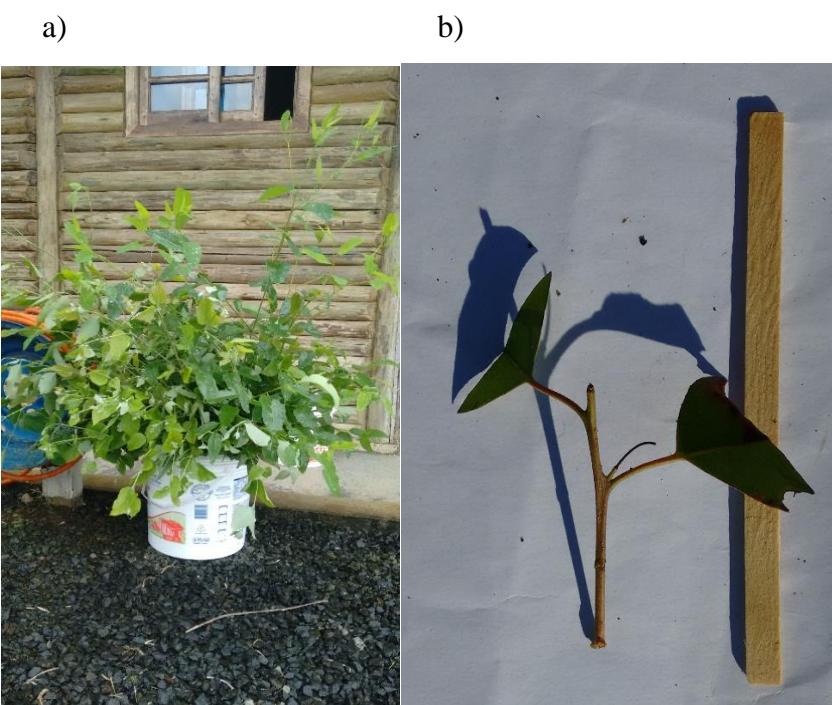
O delineamento experimental utilizado para as formas de resgate foi inteiramente casualizado com 5 repetições de uma árvore cada. O experimento teve como variável analisada o número de brotos por árvores. As avaliações foram realizadas aos 90, 120 e 210 após a aplicação dos tratamentos.

4.5 ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

4.5.1 Estaquia em função das espécies/híbridos

Os brotos coletados do experimento de tratamento de resgate das espécies *E. dunnii*, *E. pellita*, *E. saligna* e os híbridos *E. dunnii x E. grandis*, *E. viminalis x E. saligna* e *E. robusta x E. grandis*, foram transportados por, aproximadamente, cinco horas em baldes de 18 litros (Figura 11A), com água em temperatura ambiente para o Viveiro Florestal no campus da UDESC-CAV. As estacas foram preparadas com aproximadamente 7 cm de comprimento, suas folhas reduzidas a 50% de sua área total, realizando-se um corte em bisel na porção inferior e superior da estaca (Figura 11B).

Figura 11 – Transporte das brotações (A); estaca com aproximadamente 7 cm de comprimento e 50% da área foliar reduzida (B).



Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

Para a confecção das estacas, a região basal foi imersa por 30 segundos em solução hidroalcoólica (água: álcool, 1:1, v/v) contendo 3000 mg L⁻¹ ácido indolbutírico (AIB). Posteriormente, as estacas foram colocadas para enraizar em tubetes com capacidade de 110 cm³, contendo uma mistura de substrato comercial Tecnomax® e vermiculita média (1:1 v/v) e 5 gramas osmocote. As bandejas contendo os tubetes com as estacas foram acondicionadas

em estufim no viveiro da UDESC – campus Lages-SC, com temperatura média de 25 ± 3 °C, irrigação por microaspersão e umidade relativa do ar superior próxima de 80%.

O experimento de enraizamento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizadas 5 repetições com 8 estacas. Após 90 dias do estaqueamento, foram avaliadas as variáveis: porcentagem de sobrevivência das estacas (PS), porcentagem de enraizamento (PE), porcentagem de calo (PC) número de raízes por estaca enraizada (NR), comprimento das raízes (CR), número de brotos (NB) e comprimento de brotos (CB).

4.5.2 Estaquia com diferentes concentrações de AIB

Foram utilizados brotos de *E. viminalis* x *E. saligna*, *E. dunnii* x *E. grandis*, *E. saligna* e *E. pellita*, coletados do experimento de tratamento de resgate vegetativo. As estacas foram preparadas com aproximadamente 7 cm de comprimento, suas folhas reduzidas a 50% de sua área total, realizado-se um corte em bisel na porção inferior e superior. As estacas tiveram suas bases imersas por 30 segundos em solução hidroalcoólica (água: álcool, 1:1, v/v) contendo ou não AIB, conforme o tratamento: 0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹, em seguida, foram colocadas para enraizar em tubetes de 110 cm³, contendo uma mistura de substrato comercial Tecnomax® e vermiculita média (1:1 v/v) e 5 gramas de osmocote.

As estacas foram mantidas em estufim no viveiro da UDESC – campus Lages-SC, com temperatura média de 25 ± 3 °C, irrigação por microaspersão e umidade relativa do ar superior próxima de 80%. O experimento de enraizamento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizadas 5 repetições com 10 estacas cada.

Após 60 dias do estaqueamento avaliou-se a porcentagem de enraizamento (PE), porcentagem de sobrevivência (PS) e número de raízes por estaca enraizada (NR). Para a sobrevivência foram consideradas estacas que apresentavam lenho vivo, folhas velhas ou brotações jovens, estando enraizadas ou não.

4.5.3 Enraizamento das estacas em função do substrato

O material vegetal utilizado foram brotações de *Eucalyptus saligna* coletadas nos indivíduos de resgate vegetativo (espécie que mais apresentou brotações). As estacas foram preparadas com aproximadamente 7 cm de comprimento, contendo duas folhas reduzidas em 50% de sua área original. As estacas tiveram suas bases imersas em solução de 3000 mg L⁻¹

de AIB por 20 segundos, e, então, cultivados em tubetes de plástico de 110 cm³, contendo diferentes composições de substratos (v/v).

De acordo com os fabricantes os substratos apresentavam as seguintes características:

- Substrato 1: produto de origem vegetal, 90% de matéria orgânica, capacidade de retenção de água alta (300-700% do seu peso em água), CTC de 700 a 940 mmol c./dm³, densidade de 130-200 kg/m³ em base seca e pH de 3,2 a 3,7.

- Substrato 2: elaborados com casca de pinus compostadas, cascas de pinus carbonizada, fibra de coco, vermiculita, calcário e NPK, com capacidade de retenção de água superior ao solo (60%), condutividade elétrica de 0,3 mS/cm, pH 6,0 e densidade de 240 kg/m³.

- Substrato 3: sua composição é a base de casca de pinus compostada, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, vermiculita expandida e carvão vegetal, condutividade elétrica de 0,5 mS/cm, pH 6,0, capacidade de retenção de água 90% e densidade 310 kg/m³.

- Substrato 4: composto por turfa canadense, casca de arroz e vermiculita, apresenta condutividade elétrica 0,4 mS/cm, densidade de 155 kg/m³, pH 5,5, capacidade de retenção de água 55% e umidade de 60%.

As estacas foram mantidas em estifum no Viveiro Florestal da UDESC – campus Lages-SC, com temperatura média de 25 ± 3 °C, irrigação por microaspersão e umidade relativa do ar superior a 80%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 8 repetições de 10 estacas cada. Após 120 dias de cultivo foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de calo (PC), sobrevivência (PS) e enraizamento (PE), número de brotos (NB) e de raízes (NR), e comprimento dos brotos (CB) e das raízes (CR).

4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Primeiramente, foi realizada a análise de normalidade dos dados, através do teste de Kolmogorov-Smirnov, e de homogeneidade através do teste de Bartlett, foi realizada análise de variância. Nos casos em que não se obteve normalidade e homogeneidade, os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$. Em seguida foi realizada a análise de variância e quando necessário, realizado o desdobramento das interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ou análise de regressão. Nos tratamentos com

apenas dois níveis foi utilizado o teste “t” ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para as análises foi utilizado o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES/HÍBRIDOS

Na análise de variância constatou-se diferenças significativas ($p<0,05$) em todas as características de crescimento avaliadas (altura, diâmetro e volume) utilizados para a seleção de espécies/híbridos. Para a variável altura, o híbrido com melhor resultado foi *E. urophilla x E. grandis*, porém não diferiu estatisticamente das espécies *E. pellita*, *E. saligna*, e dos híbridos *E. viminalis x E. saligna*, *E. robusta x E. grandis* (Tabela 2). É característico de *E. grandis* o crescimento em altura e do *E. urophilla* o crescimento em diâmetro, estas duas características juntas promovem melhorias no rendimento e na qualidade da madeira (BRIGATTI et al., 1980).

O maior valor de DAP encontrado foi para o híbrido *E. viminalis x E. saligna* (47,7 cm), porém não houve diferença estatística com *E. dunnii* e *E. dunnii x E. grandis*. Em relação ao volume individual, *E. viminalis x E. saligna* apresentou o maior valor, $4,36\text{ m}^3$. Isto já era esperado devido ao maior valor de DAP deste híbrido, apresentando também a segunda melhor altura (36,63 m). No entanto, em relação à sobrevivência, o híbrido apresentou baixa sobrevivência, apenas 10,0 %. Esse resultado pode ter ocorrido pela não adaptação da espécie às condições de sitio, do clima da região, caracterizado por apresentar temperaturas amenas e presença de geadas, ataque de pragas e doenças e competição durante a fase inicial de plantio. *E. pellita* obteve bons resultados para as variáveis altura e sobrevivência (34,9 m e 27,5% respectivamente). Já para diâmetro e volume os resultados foram inferiores, com 38,0 cm e $3,00\text{ m}^3$, conforme Tabela 2.

Ao analisar tanto a espécie *E. dunnii* quanto o híbrido *E. dunnii x E. grandis*, nota-se que apresentaram bons resultados para as variáveis diâmetro e volume. A espécie *E. dunnii* é uma das espécies de destaque dentro do gênero *Eucalyptus*, devido sua importância madeireira (FONSECA, 2010). No classificação dos genótipos para a variável DAP x Sobrevivência (Tabela 3), *E. dunnii* obteve a maior classificação de espécies potenciais, sendo que esta classificação destaca os melhores genótipos para o crescimento diamétrico, considerando as maiores sobrevivências relativas. Frigotto (2016), também observou para *E. dunnii* maior taxa de sobrevivência (83%). Estudos realizados em vários países indicam que *E. dunnii* tolera temperaturas negativas, podendo ser plantado em regiões com temperatura mínima absoluta maior que 11°C negativos como constatado na China (ARNOLD et al.,

2004). *E. dunnii* é considerada uma espécie que se destaca no Sul do Brasil, apresentando bom desenvolvimento e tolerância a geadas (FRIGOTTO, 2016).

Tabela 2 - Média das características para as variáveis diâmetro a altura do peito -DAP (cm), altura – H (m), volume – V (m³/indivíduo), sobrevivência – PS (%) para as diferentes espécies de *Eucalyptus* localizadas em Mafra- SC, Brasil.

Espécies/Híbrido	H (m)	DAP (cm)	V (m ³)	PS (%)
<i>E. dunnii</i>	30,5 b*	44,7 a	3,39 a	32,5a
<i>E. dunnii x E. grandis</i>	31,2 b	45,3 a	3,83 a	26,2a
<i>E. robusta x E. grandis</i>	34,6 a	40,2 b	2,68 b	10,4 b
<i>E. pellita</i>	34,9 a	38,0 b	3,00 b	27,5 a
<i>E. saligna</i>	35,3 a	34,2 b	2,19 b	0,8 c
<i>E. viminalis x E. saligna</i>	36,6 a	47,7 a	4,36 a	10,0 b
<i>E. urophylla x grandis</i>	37,7 a	37,9 b	2,90 b	0,7 c
<i>E. tereticornis</i>	-**	-	-	0,0 c

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

NOTAS: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. **Não houve sobreviventes.

Os resultados de sobrevivência para o presente estudo foram baixos, sendo que o *E. urophylla x E. grandis* e *E. saligna* apresentaram os menores valores para sobrevivência, em relação aos demais genótipos.

O inverno no sul do Brasil é geralmente bastante rigoroso, tornando-se limitante para o cultivo de várias espécies de *Eucalyptus* no estado. A escolha de material genético apropriado é fundamental, pois devem ser observadas as características de crescimento desejáveis, a capacidade da espécie em tolerar o frio e a capacidade de rebrota. Além das características genéticas, é recomendável a adoção de um conjunto de medidas silviculturais complementares. O plantio deve ser realizado nos meses de setembro a outubro, as técnicas de preparo do solo, adubação e tratos silviculturais devem ser adequados para favorecer o crescimento inicial e reduzir o período de susceptibilidade à geada, uma vez que em plantios tardios, a adubação pode diminuir a resistência das plantas ao frio (EMBRAPA, 1988). Porém, no local do experimento, o plantio é realizado no fim do mês de novembro, devido a mão-de-obra não estar disponível para o plantio.

Tabela 3 – Classificação final das espécies/híbridos de *Eucalyptus* spp. (DAP x Sobrevivência).

Classificação	Espécies/Híbrido
1º	<i>E. dunnii</i>
2º	<i>E. dunnii x E. grandis</i>
3º	<i>E. robusta x E. grandis</i>
4º	<i>E. pellita</i>
5º	<i>E. saligna</i>
6º	<i>E. viminalis x E. saligna</i>
7º	<i>E. urophylla x grandis</i>
8º	<i>E. tereticornis</i>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016.

E. tereticornis não sobreviveu no talhão estudado, fato esse que pode estar relacionado ao tipo de solo no local, baixa temperaturas e presença de geadas. Segundo Alvarado et al. (2003), esta espécie desenvolve-se melhor em solos profundos, bem drenados, neutros ou ligeiramente ácidos, aclimatando-se, principalmente, com a temperatura média entre 22 e 32 °C.

A avaliação da adaptabilidade da espécie ao local nem sempre pode ser interpretada somente pelas taxas de sobrevivência, pois fatores como falhas técnicas na produção e no plantio das mudas, incêndios, ataques localizados de formigas cortadeiras ou de outras pragas e doenças, podem levar a mortalidade (BRIGATTI et al., 1980). Devido a área do estudo não ter avaliações nos primeiros anos de implantação, não é possível determinar qual a causa exata da mortalidade. Devido a baixa taxa de sobrevivência dos genótipos, variado entre 0,0 a 32,5%, é possível supor que a principal causa de mortalidade dos indivíduos na região seja relacionada a época de frio com presença de geada.

Existem várias espécies potenciais para o plantio no Sul do Brasil. A classificação das espécies obtida a partir das variáveis diâmetro, altura, volume e sobrevivência auxilia na seleção e, posteriormente, na multiplicação. Considerando estas características, os genótipos que merecem destaque neste estudo são *E. dunnii*, *E. dunnii x E. grandis* e *E. viminalis x E. saligna*.

5.2 TRATAMENTOS DE RESGATE VEGETATIVO

5.2.1 Métodos de resgate vegetativo em *E. saligna* e *E. robusta x E. grandis*

Foi observada interação significativa ($p<0,05$) entre espécie e método de resgate na avaliação aos 90 e 210 dias após aplicação dos tratamentos. Aos 90 dias, a maior média de brotos (5,78) foi obtida com a técnica de resgate anelamento para *E. saligna* (Tabela 4).

Tabela 4 – Média de brotos de árvores selecionadas de *E. robusta x E. grandis* e *E. saligna* por anelamento e semianelamento do caule aos 90, 120 e 210 dias localizadas em Mafra - SC, 2016.

90 dias		Técnica de resgate		
Espécie/híbrido		anelamento	semianelamento	média
<i>E. robusta x E. grandis</i>		0,22 Ab*	1,27 Aa	0,80
<i>E. saligna</i>		5,78 Aa	0,00 Ba	3,67
Média		4,00	0,63	
120 dias		anelamento	semianelamento	média
<i>E. robusta x E. grandis</i>		0,36	1,00	0,65 b
<i>E. saligna</i>		5,32	0,09	3,40 a
Média		3,93 A	0,23 B	
210 dias		anelamento	semianelamento	média
<i>E. robusta x E. grandis</i>		0,11 Ab	1,45 Aa	0,85
<i>E. saligna</i>		4,16 Aa	0,09 Ba	2,66
Média		2,86	0,77	

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

NOTAS: Letras maiúsculas diferentes (linha) referem-se a diferença significativa entre espécies (90, 120 e 210 dias) e letras minúsculas diferentes (coluna) referem-se a diferença significativa entre o método de resgate dentro de cada uma das espécies a 5 % pelo teste de Scott-Knott.

A técnica de resgate por anelamento pode aumentar a concentração de substâncias promotoras de brotações, como as citocininas, após o anel de casca ser retirado, acompanhado pela redução da concentração de auxina neste ponto, causando assim, um desbalanço entre auxina/citocinina. Esta mudança de concentração dos reguladores de crescimento leva um aumento na atividade do meristema apical, causando o alongamento das gemas dormentes

abaixo do anelamento (ZIMMERMANN; BROWN, 1974). *E. saligna*, não apresentou brotações para a técnica de semianelamento ao 90 dias, mostrando que a espécie necessita da retirada de todo o anel do tronco, visto que metade da circunferência não é suficiente para que ocorra o desbalanço entre auxina/citocinina e a formação de brotos.

Aos 120 dias foram observadas diferenças significativas para as médias, tanto para forma de resgate quanto para os genótipos estudados, não sendo observada interação entre os fatores. A maior média de brotações foi para *E. saligna*, sendo o anelamento completo o melhor método de resgate vegetativo (Tabela 4). Frigotto (2016), encontrou resultado semelhante para *E. dorrigoensis*, no qual a técnica de anelamento prevaleceu sobre o semianelamento. Entretanto, a eficiência desse método é dependente do genótipo, da época do ano, das condições ambientais e fisiológicas da planta, assim como da intensidade e da praticidade do anelamento realizado (XAVIER et al., 2013).

A terceira coleta, realizada aos 210 dias (maio/2016) após a aplicação das técnicas de resgate, continuou apresentando elevada taxa de emissões de brotação pela técnica de anelamento 100% para *E. saligna* (Tabela 4). O estresse pelo anelamento pode ter originado distúrbios funcionais nas árvores, os quais favoreceram a continuidade de brotações como estratégia de sobrevivência (BADILLA, 2016). Nas plantas, o estresse acontece pela interrupção do transporte de fotossintetizados e outros metabólicos orgânicos das partes mais altas para as mais baixas na planta, o qual é executado por elementos e células crivadas, situados no floema (EPSTEIN; BLOOM, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). Para o semianelamento, o híbrido *E. robusta x E. grandis* apresentou média de 1,45, sendo este o maior valor, comparado com as avaliações anteriores. Uma hipótese que pode influenciar no maior número de brotos é a possibilidade destes serem originados por gemas que permaneceram dormentes após a aplicação dos tratamentos e, não geraram brotações na primeira e na segunda avaliação, ou ainda, serem produto de uma morfogênese, quando ocorre uma transformação de células do câmbio ao longo do tempo (RAST et al., 1988).

A espécie *E. robusta*, possui alta capacidade de regeneração de cepas, se encontra naturalmente em pântanos e lacunas de borda e rios costeiros, onde é submetido a inundações, porém um fator limitante para a espécie são as baixas temperaturas (BOLAND et al., 2006).

Apesar da técnica de semianelamento do caule ter induzido menor número de brotações, essa técnica é de grande importância para ser utilizada em espécies em que não se conhece os efeitos do anelamento na sobrevivência dos indivíduos. Entretanto, não houve registro de morte de árvores submetidas aos tratamentos de anelamento e semianelamento, mostrando que a espécie suporta a retirada de um anel parcial e total na casca sem prejudicar a

sobrevivência das árvores. O anelamento e o semianelamento são técnicas importantes também para espécies em extinção em que o corte raso é proibido e para genótipos em que pode não ocorre a rebrota após o corte raso (PEREIRA, 2014).

5.2.2 Resgate vegetativo em função das espécies/híbridos

O número de estacas apresentou diferença estatística ($p<0,05$) em função da espécie em todos os períodos de coleta. Para a avaliação de brotos aos 90 dias, *E. dunnii x E. grandis* apresentou a maior média de brotações e, *E. robusta x E. grandis* a menor, com 8,05 e 0,76 respectivamente (Tabela 5).

O híbrido *E. dunnii x E. grandis* emitiu brotações nas três avaliações, com melhores resultados aos 90 e 210 dias com 8,05 e 12,67 respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Frigotto (2016), para *E. benthamii* e *E. deanei*, o qual observou brotações nas três avaliações (90,120 e 150 dias). *E. robusta x E. grandis* apresentou os valores mais baixos para nas três avaliações. Aos 120 dias, todas as espécies e híbridos diferem entre si estatisticamente, sendo que *E. pellita* apresentou a maior média de brotação. No entanto, aos 120 dias, os valores foram inferiores quando comparados com as avaliações aos 90 e 210 dias. Este fato pode estar relacionado com a estação do ano em que foi realizada a avaliação. Considerando-se que as espécies estão sob condições edafoclimáticas e experimentais semelhantes, possivelmente, as variações no número de brotações, advenham de diferenças genéticas, cicatrização da parte anelada e semianelada, competição por água, nutrientes, espaço e luz entre as brotações no decorrer do tempo (FRIGOTTO, 2016).

As maiores médias de brotações foram aos 210 dias, exceto para *E. pellita* e *E. saligna*. Como já citado existe a possibilidade desses brotos serem originados por gemas que permaneceram dormentes após a primeira e segunda aplicação, ou ainda, serem produto de uma morfogênese, quando ocorre uma transformação de células do câmbio ao longo do tempo (RAST et al., 1988).

O híbrido com maior valor de média de brotos, aos 210 dias, foi *E. dunnii x E. grandis*, apresentando semelhança estatística com *E. viminalis x E. saligna*, sendo que o menor valor obtido foi para *E. robusta x E. grandis*. De acordo com Alfenas et al. (2004), a capacidade de brotação da matriz pode variar de acordo com o genótipo da planta, a época do ano, a luminosidade, a espessura e a profundidade do corte, assim como o enraizamento adventício é função de fatores genéticos, fisiológicos entre outros. Entretanto, as verdadeiras causas da ausência na rebrota de *Eucalyptus* não é uma tarefa fácil de se identificar, em vista

dos vários fatores que afetam a brotação, sendo que os aspectos ecológicos de cada espécie/procedência podem ser decisivos para definir a capacidade de brotação (HIGA; STURION, 1997).

Tabela 5- Número de brotos por indivíduo originados do resgate de árvores selecionadas de *Eucalyptus* spp. por anelamento de caule aos 90, 120 e 210 dias em Mafra - SC, 2016.

Espécie/híbrido	90 dias	120 dias	210 dias
<i>E. dunnii</i>	2,45 d*	1,44 e	3,44 b
<i>E. dunnii x E. grandis</i>	8,05 a	2,67 d	12,67 a
<i>E. pellita</i>	5,00 b	5,00 a	4,83 b
<i>E. robusta x E. grandis</i>	0,76 e	0,62 f	0,81 c
<i>E. saligna</i>	3,66 c	3,41 c	2,67 b
<i>E. viminalis x E. saligna</i>	2,51 d	4,01 b	8,00 a

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

NOTAS: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância

O anelamento do caule promoveu a indução de brotações basais nas espécies e nos híbridos de *Eucalyptus* em praticamente todas as coletas. A indução de brotações é causada pelo desbalanço hormonal nos indivíduos. Considerando-se a relação citocinina/auxina, a auxina é o hormônio vegetal que promove o crescimento de regiões apicais e sua biossíntese ocorre, principalmente, em tecidos com rápida divisão celular e crescimento, especialmente na parte aérea. Já a citocinina, tem seus principais centros produtores nas raízes das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Portanto, a emissão das brotações geralmente é favorecida pela quebra completa ou parcial da dominância apical, gerando alta relação citocinina/auxina (HARTMANN et al., 2011). Segundo Santin et al. (2008), a indução de brotações pode estar relacionada ao estresse provocado pela ação da remoção da copa e do anel de casca (SANTIN et al., 2008).

Não houve registro de morte de árvores submetidas aos tratamentos de anelamento, observando que os genótipos suportam a retirada de um anel total sem prejudicar a sobrevivência das árvores. Pode-se recomendar a técnica de anelamento, pois a mesma é viável para indução de brotações que posteriormente serão utilizadas para a propagação clonal.

5.3 ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS

5.3.1 Estaquia em função das espécies/híbridos

Para a porcentagem de sobrevivência, foi verificada efeito significativo das espécies, sendo que *E. pellita* e *E. saligna* e do híbrido *E. saligna x viminalis* os quais apresentaram maior taxa de sobrevivência de estacas (Tabela 6), diferindo estatisticamente dos demais espécies/híbridos os quais a sobrevivência foi nula, com exceção de *E. robusta x grandis* que obteve 8,0%.

Tabela 6. Porcentagem de sobrevivência (SOB), de calo (PC), número (NB) e comprimento de brotos (CB) em estacas de diferentes espécies/híbridos.

ESPÉCIE	PS (%)	PC (%)	NB	CB (cm)
<i>E. dunnii x grandis</i>	0,00 b*	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. robusta x grandis</i>	8,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. saligna x viminalis</i>	28,00 a	10,00 a	0,05 a	0,01
<i>E. dunnii</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. pellita</i>	23,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00
<i>E. saligna</i>	40,00 a	13,00 a	0,10 a	0,00

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

NOTAS: valores seguidos de letra diferente, diferem-se pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A baixa sobrevivência ou em alguns genótipos a não sobrevivência das estacas está fortemente relacionada com a idade ontogenética das plantas matrizes, influenciando negativamente, devido à falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto. O processo de maturação das plantas auxilia para o sucesso na clonagem de árvores adultas, acarretando maior eficiência para a seleção, melhoramento e incentivo a silvicultura clonal da espécie (WENDLING et al., 2014). O material adulto sofre os efeitos da maturação, que ocorre em maior ou menor grau entre as espécies, mesmo sendo do mesmo gênero, como no caso deste estudo. Wendling e Xavier (2001) afirmam que a maturação em plantas lenhosas é um assunto de extrema importância, tendo-se em vista sua participação direta nos processos fisiológicos dos vegetais, gerando entre outros efeitos, variações na capacidade de propagação vegetativa, nas taxas e formas de crescimento, na qualidade e rapidez na formação de raízes, todos relacionados à transição para o estado maduro.

A capacidade das plantas formarem raízes adventícias pode ser alterada pela transição da fase juvenil para a adulta, sendo este um dos principais efeitos da maturação. Desta forma, gera-se um problema, quando a facilidade em se alcançar este objetivo está inversamente relacionada à idade da planta matriz, uma vez que grande parte das características desejáveis pode não ser expressa antes que a mesma atinja sua maturidade fisiológica (HARTMANN et al., 2011).

Segundo Hackett e Murray (1993), as características de maturação se arquivam em função da sua relativa estabilidade e são transmitidas por meio das divisões celulares de uma geração somática para a próxima. Durante o processo de maturação, ocorre a ativação e inativação dos genes nos diferentes estágios de desenvolvimento e diferenciação, resultando na síntese ou bloqueio de proteínas específicas. A maturação pode envolver inativação seletiva e progressiva dos genes durante o desenvolvimento. Alguns desses genes podem ser essenciais para reposição das proteínas específicas e na divisão celular.

Não houve formação de raízes em nenhuma das espécies/híbridos avaliados. O fenômeno da maturação interfere tanto na sobrevivência como no enraizamento das estacas. Muitas vezes ocorre a sobrevivência das estacas, como foi observado em algumas espécies, mas não ocorre o enraizamento. Isso se deve pela capacidade de reservas nas estacas, não ocorrendo o processo de diferenciação e formação de raízes. Nas espécies florestais, várias modificações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas acontecem na transição da fase juvenil para adulta, refletindo diretamente sobre a capacidade de clonagem dos materiais genéticos selecionados, ou seja, ocorre uma diminuição na capacidade de enraizamento do material genético, diminuindo o seu potencial de clonagem, tornando a escolha de propágulos com características juvenis um dos principais pré-requisitos a serem considerados para obter o sucesso no processo de multiplicação (OLIVEIRA, 2014).

Os resultados do presente estudo corroboram com Frigotto (2016), que trabalhando com *E. benthamii* não obteve enraizamento das estacas, tendo como fator decisivo a elevada idade das árvores (16 anos) e a dificuldade das espécies no enraizamento de estacas.

Segundo Assis e Mafia (2007), um possível efeito dos baixos índices de enraizamento observado em espécies de *Eucalyptus* subtropicais, refere-se à elevada recalcitrância aos processos rizogênicos, ao se comparar com espécies de *Eucalyptus* de clima tropical mais estudadas, dificultando-se o uso dessas fontes genéticas em programas clonais. O gênero *Eucalyptus*, pode apresentar extrema variação quanto ao porcentual de enraizamento, podendo este variar de 0 a 100 % (HIGASHI et al., 2000), dependendo das espécies, idade e condições ambientais.

Obter estacas que apresentem competência a rizogênese é um dos maiores problemas relacionados à estaquia, fato que foi observado no presente estudo. Essas características estão diretamente relacionadas com a origem genética da planta matriz e ao grau de juvenilidade em que se encontram as brotações que serão utilizadas para a estaquia. Quanto mais adulto o material, menor será seu grau de juvenilidade e, consequentemente, menor sua competência rizogênica (BACCARIN, 2012).

Outro fator que pode ter influenciado é a época de coleta das estacas, sendo que neste experimento a coleta foi realizada no mês de abril de 2016 (estação de outono). No que se refere à época mais adequada para obtenção das estacas, há diferenças entre espécies; algumas enraízam melhor no início da primavera e outras desde a primavera até o início do outono (FACHINELLO et al., 1995). Hartmann et al. (2011) apontam que a época do ano em que se obtêm as estacas exerce influência significativa no enraizamento, podendo ser, inclusive, um fator decisivo para obtenção de êxito na propagação por estaquia. A influência da estação do ano sobre a indução radicular pode ser causada devido às reservas de nutrientes nos tecidos cambiais e da atividade cambial, como também na distribuição de auxinas endógenas nas estacas (OHLAND et al., 2009).

Para porcentagem de calo e número de brotos houve influência significativa da espécie, sendo observada maior formação calogênica e brotação na espécie *E. saligna* e no híbrido *E. saligna x viminalis*, diferindo estatisticamente das demais (Tabela 6). Alguns autores consideram a formação de calos e raízes processos independentes (FACHINELLO et al., 2005). Porém, Hartmann et al. (2010) afirmam que, frequentemente, as raízes aparecem após a formação de calos, principalmente em espécies de difícil enraizamento ou de plantas com efeito da maturação.

A importância de se conhecer os fatores que afetam a formação de raízes e suas implicações está relacionada ao sucesso ou ao fracasso da produção de mudas via propagação vegetativa e, apesar da evolução das técnicas para maximizar o enraizamento de espécies de *Eucalyptus*, os fundamentos biológicos da formação de raízes adventícias em propágulos vegetativos não estão bem elucidados (ALFENAS et al., 2004), sendo importante a realização de novos estudos.

5.3.2 Estaquia com diferentes concentrações de AIB

Não houve formação de raízes em nenhuma das estacas nos tratamentos avaliados. Já para porcentagem de sobrevivência, houve influência significativa da concentração de AIB.

Para o híbrido *E. viminalis x saligna* (Figura 12A) e a espécie *E. pellita* (Figura 12C) a maior porcentagem de sobrevivência foi obtida em estacas tratadas com 1500 mg L⁻¹ de AIB. Pode-se observar que, conforme o aumento a dose de AIB a sobrevivência das estacas de *E. viminalis x saligna* diminui (Figura 12A). Para as estacas de *E. dunnii x grandis* (Figura 12B), observa-se a maior taxa de sobrevivência sem a utilização de AIB.

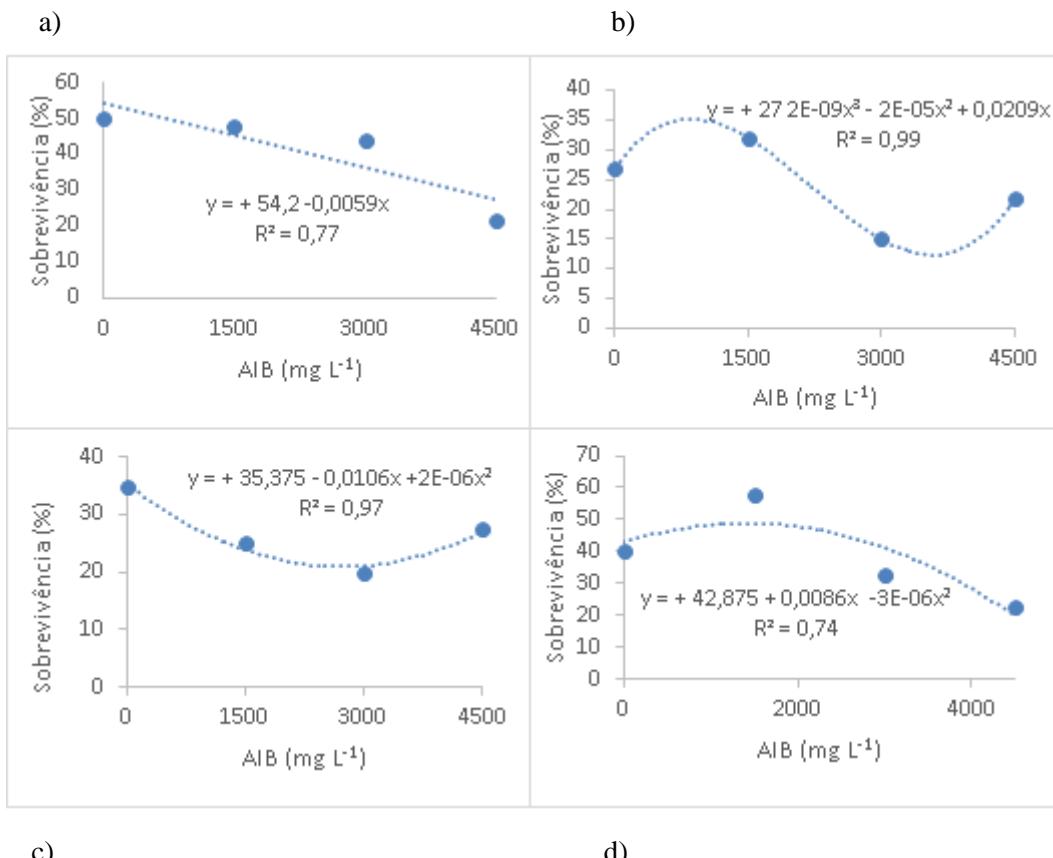
Wendling e Xavier (2005), trabalhando com miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*, espécie com dificuldade de enraizamento, observaram efeitos significativos para variável enraizamento no uso de AIB nas concentrações de 1.000 e 2.000 mg L⁻¹. Lana et al. (2008) obtiveram melhores respostas no enraizamento e crescimento de estacas de *Eucalyptus urophylla*, utilizando AIB na forma de pó e em pasta nas concentrações de 2.000 mg L⁻¹ e 5.000 mg L⁻¹ de AIB.

Segundo Fachinello et al. (2005), a exposição por um tempo mais prolongado à solução concentrada em álcool e a utilização de concentrações muito elevadas podem ocasionar efeitos fitotóxicos, como a inibição do desenvolvimento das gemas, o amarelecimento e a queda de folhas e até mesmo a morte das estacas.

O fato de não ter formado raízes está estritamente relacionado com o efeito da idade ontogenética, ocasionado pela maturação do material utilizado no estudo, sendo advindo de materiais adultos. Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas é a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento de estacas caulinares (ELDRIDGE et al., 1994). Em algumas espécies lenhosas, estacas de mudas jovens (juvenis), provenientes de sementes, enraízam facilmente, enquanto outras provenientes de plantas mais velhas enraízam esporadicamente, ou definitivamente não enraízam (ZOBEL; TALBERT, 1984).

Diferindo dos resultados observados no presente estudo, Frigotto (2016) trabalhando com diferentes espécies e procedências de *Eucalyptus*, observou sobrevivência e enraizamento apenas para *E. deanei*, com o uso 3.000 mg L⁻¹ de AIB em estacas de árvores com 16 anos de idade. De acordo com Hartmann et al. (2002), o fator limitante à formação de raízes não é ausência de um hormônio, mas pode ser a presença de um inibidor de enraizamento ou deficiência de algum composto ou nutriente necessário ao processo rizogênico.

Figura 12 - Porcentagem de sobrevivência das estacas de *Eucalyptus spp*, em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB).



Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

Notas: A - Estacas de *Eucalyptus viminalis x saligna*. B- - Estacas de *Eucalyptus dunnii x grandis*, C- Estacas de *Eucalyptus pellita* e D- Estacas de *Eucalyptus saligna*.

Resultados positivos podem ser apresentados com a aplicação de AIB em materiais que apresentam dificuldade no enraizamento (ALMEIDA et al., 2007). Porém, em certas concentrações pode causar níveis de toxidez (WENDLING; XAVIER, 2005b) e também não apresentar efeito. Titon (2003) ao realizar estudos com diferentes clones de *Eucalyptus* e observou maior eficiência nas doses entre 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ para de enraizamento e sobrevivência das miniestacas.

Alcantra et al. (2010), cita que o desenvolvimento de raízes e brotações podem ser afetados com excessivas concentrações de podendo causar o amarelecimento e queda das folhas, necrose ou até mesmo a morte das estacas, isso ocorre por existir o ponto máximo da dose que é o ponto que propicia um aumento no enraizamento. A aplicação dos reguladores vegetais em uma concentração ótima pode estimular o crescimento e diferenciação dos tecidos, causando aumento na porcentagem de enraizamento, a qual vai depender do nível

endógeno de hormônios, combinado com outros promotores de enraizamento (HARTMANN et al., 2002).

Na propagação vegetativa, o curto período de enraizamento e uma adequada aclimatização das plantas são fatores de relevante importância para a eficiência do processo de produção de mudas. Este estudo mostrou que estacas mantidas em estufim, por 60 dias, não apresentam bom desenvolvimento, possivelmente, o maior período de permanência do material vegetal no ambiente poderia promover algum enraizamento das estacas sobreviventes.

5.3.3 Enraizamento das estacas em função do substrato

Foi observada diferença significativa para as variáveis sobrevivência, enraizamento, calo e comprimento de brotos (Tabela 7). Na avaliação da sobrevivência das estacas, a maior média foi observada no substrato 3 (56,25%) diferindo estatisticamente dos demais. Estacas cultivadas neste mesmo substrato apresentaram maior média de enraizamento superior (16,25 %), diferindo estatisticamente dos demais.

Para a porcentagem de calo foi observada a influência da composição do substrato, com as melhores respostas quando utilizado os substratos 2 e 3 (Tabela 7). Segundo Hartmann et al. (2002), os calos são constituídos por muitas células parenquimáticas, resultantes dos novos centros meristemáticos formados próximos aos feixes vasculares junto ao floema, através dos quais as raízes emergem. Sendo assim, a formação das raízes adventícias e dos calos são processos independentes, e sua ocorrência simultânea se explica pelo fato de ambos envolverem o processo de divisão celular e dependerem de condições ambientais favoráveis. Hartmann et al. (2011) apontam que, a rapidez na formação de calos muitas vezes determina o êxito do enraizamento de estacas em algumas espécies florestais.

Para número e comprimento médio das raízes não foi observado diferenças estatísticas. O número e comprimento de raízes formadas nas estacas são variáveis relevantes na produção das mudas, pois o maior número de raízes permitirá maior chance de sucesso da muda no campo, por apresentar desenvolvimento mais rápido e vigoroso (REIS et al., 2000).

Tabela 7 - Porcentagens de sobrevivência (SOB), de enraizamento (ENR), de calo, número de raízes (NR) e comprimento de raízes (CR) formadas por estacas de *Eucalyptus saligna*, para os quatro substratos avaliados.

SUBSTRATO	SOB (%)	ENR (%)	CALO (%)	NR	CR (cm)	NB	CB (cm)
Substrato 1	20,00 c*	5,00 b	15,00 b	1,00	7,70	1,33	0,86 b*
Substrato 2	42,50 b	10,00 b	36,25 a	1,30	9,89	1,28	0,57 b
Substrato 3	56,25 a	16,25 a	45,00 a	1,87	9,91	1,33	0,66 b
Substrato 4	21,25 c	5,00 b	17,50 b	1,20	9,91	1,40	2,61 a

Fonte: Elaborada pela autora, 2016.

Notas: Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão melhor desenvolvimento, uma vez que a melhoria da qualidade do sistema radicular suporta maiores chances de sobrevivência das mudas quando transplantadas para o campo (LIMA; OHASHI, 2016).

Não houve diferença significativa para a variável número de brotos. Quanto ao comprimento dos brotos, os resultados mostraram um baixo desenvolvimento da parte aérea, atingindo a maior média com (2,61 cm) de comprimento na utilização do substrato 4, diferindo estatisticamente dos demais. O tipo de substrato para enraizamento das estacas de *Eucalyptus* spp. é um fator que compromete sobremaneira o processo rizogênico. Diversos tipos de substratos são utilizados para enraizamento, podendo ser de um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais, como terra de subsolo, compostos orgânicos, cascas de arroz carbonizada, areia, vermiculita, lodo de esgoto, fibra de coco triturada, entre outros.

De modo geral, a função do substrato é servir de sustentação para as estacas durante o período de enraizamento e proporcionar aeração adequada, além de condições de umidade e nutrição (XAVIER et al., 2009), afetando diretamente na formação de raízes em estacas, devido as suas características físicas e químicas. Analisando estes resultados, o substrato 3 proporcionou respostas positivas ao enraizamento das estacas, favorecendo os maiores percentuais de sobrevivência, enraizamento e calo. Diante das características citadas na metodologia, é um substrato suficientemente poroso, possibilitando boa aeração para a estaca, que de acordo com Caldeira et al., (2015) o oxigênio é de suma importância a respiração das

raízes que surgem e também para armazenar certa quantidade de água para o desenvolvimento inicial da muda e permitir a sobrevivência no campo após transplante.

De maneira geral, na produção de mudas de eucaliptos, vários substratos podem ser utilizados, alguns viveiros florestais de pequeno a grande porte utilizam substrato formado por fibra de coco, vermiculita e casca de arroz carbonizada ou casca de pinus composta e moída, húmus e casca de arroz carbonizada, outros preferem o uso de substratos comerciais encontrados no mercado. (CALDEIRA et al., 2015).

Além do mais, o sistema de enraizamento deve proporcionar um bom condicionamento para que as estacas realizem o processo rizogênico. De acordo com HARTMANN et al. (2011), este processo envolve a desdiferenciação de células específicas, formação de raízes iniciais próximas ao tecido vascular, as quais tornam-se meristemáticas pela desdiferenciação, desenvolvimento de raízes iniciais e finalmente crescimento e emergência dos primórdios radiciais. Assim, um substrato com atributos adequados pode ajudar no sucesso de enraizamento, principalmente em materiais com dificuldade, visto que pequenos detalhes podem ser determinantes ao processo de diferenciação e formação de raízes.

Para um bom substrato é necessário ter boa uniformidade em sua composição, baixa densidade, boa capacidade de absorver e reter água, fornecer nutrientes a planta, ter boa porosidade, isenção de substâncias tóxicas, custos viáveis, boa homogeneidade e facilidade de trabalho

Resultado semelhante sobre o enraizamento por meio do uso de substratos compostos por fibra de coco, casca de arroz carbonizada e vermiculita podem ser evidenciados na clonagem de *Eucalyptus*, em que estes são o mais utilizado para propagação por estaca de desta espécie (SILVA et al., 2012; BORGES, et al. 2011).

Vale destacar a importância não apenas do percentual de raiz formada nas estacas, mas também do desenvolvimento do sistema radicular. O número e comprimento de raízes formadas nas estacas são variáveis relevantes na produção das mudas. Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão melhor desenvolvimento, uma vez que a melhoria da qualidade do sistema radicular suporta maiores chances de sobrevivência das mudas quando transplantadas para o campo (LIMA; OHASHI, 2016).

6 CONCLUSÕES

As espécies e os híbridos com potencial em relação as variáveis quantitativas foram *E. dunnii*, *E. dunnii x E. grandis*, *E. viminalis x saligna*.

Para os métodos de resgate vegetativo testados (anelamento e semianelamento), o anelamento apresentou melhores resultados para a espécie *E. saligna*, enquanto que o semianelamento para o híbrido *E. robusta x E. grandis*.

Não houve formação de raízes utilizando diferentes concentrações de AIB. Para sobrevivência as espécies *E. pellita* e o híbrido *E. viminalis x saligna* a maior porcentagem foi obtida com a utilização de 1500 mg L⁻¹, já para *E. dunnii x grandis* não se faz necessário o uso de AIB.

A maior porcentagem de enraizamento em função do substrato foi com a utilização do substrato 3.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à crescente demanda por madeira, energia, fibras e manutenção dos recursos florestais faz-se necessário novas alternativas de madeira para abastecimento das indústrias, com alta produtividade e ciclo relativamente curto. As espécies do gênero *Eucalyptus* se destacam como as mais cultivadas no país, pois apresentam rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies com grande capacidade de adaptação e aplicação para diversas finalidades, apresenta facilidade de produção de mudas, alta densidade básica da madeira, alta capacidade de rebrota.

Diante deste contexto, espécies e híbridos devem ser pesquisados, avaliando o potencial para utilização, adaptação diferentes tipos de solos e climas, principalmente para regiões frias com presenças de geadas, além das características próprias das árvores.

Para este trabalho faz-se necessários novos estudos, uma vez que não houve formação de raízes. Vários fatores afetam o processo de enraizamento na propagação vegetativa, entre eles a idade ontogenética da planta matriz influencia negativamente o enraizamento, fazendo-se necessário o rejuvenescimento dos materiais adultos, que se continuando estudos trata benefícios a silvicultura clonal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACR - Associação Catarinense de Empresas Florestais, 2015.

ALCANTARA, G.B. et al. Efeito dos ácidos naftaleno e indolbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 3, p. 317-321, 2010.

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

ALFENAS, A.C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2009. 450 p.

ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p. 445-453, 2007.

ALZATE, S.B.A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla***. 2004. 133p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ARNOLD, R. J.; CLARKE, B.; LUO, J. **Trials of cold-tolerant eucalypt species in cooler regions of South Central China**. Canberra: ACIAR, 2004. 106 p. (ACIAR Technical reports, 57).

ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por microestaca. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OS EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: Embrapa, 1997. v.1. p.300-304.

ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Ed.). **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: Suprema, 2007. p.93-121.

ASSIS, T.F. **Melhoramento genético de Eucalyptus: desafios e perspectivas**. Nova Lima: Embrapa Florestas, 2014. 22p. Available from: <http://www.expoforest.com.br/silvicultura/wp-content/uploads/2013/09/encontro-silvicultura-2014-bloco-2-pdf-artigo-pag-127.pdf> >. Acesso em 20 abr 2015.

BACCARIN, F. J. B. **Métodos para resgate, conservação e multiplicação em larga escala de matrizes de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage.** 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências – ESALQ), Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba, 2012.

BADILLA, Y.; XAVIER, A.; MURILLO, O. Resgate vegetativo de árvores de *Tectona grandis* Linn F. pelo enraizamento de estacas. **Nativa**, v.4, n.2, p.91-96, 2016.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. de; CARDOSO, J. R.; MACEDO, P. R. O. Algumas relações solo-espécie de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa, Ed. **Folha de Viçosa**, p. 1 – 23, 1990.

BERTOLOTI, G. **Comportamento genético e nutricional de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em solo podzólico vermelho escuro e areia quartzoza álica em Lençóis Paulista** SP. Piracicaba, 1986. 90p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

BILA, A.D. **Interação de espécies e progêneres de eucalipto com três níveis de tecnologia de implantação florestal.** Piracicaba, 1988. 170p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H.S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, p.277-281, 2009.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINING, D. A.; MCDONALD, M. W.; TURNER, J. D. **Forest trees of Austrália.** 5 ed. Colingwood: Csiro, 2006. 768 p.

BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. ***Eucalyptus* leaf oils:** use, chemistry, distillation and marketing. Melbourne: Inkata, 1991. 252p.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, M. A. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.425-434. 2011.

BRACELPA, 2014. **Eucalipto.** Disponível em: <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>. Acesso em 20 jun. 2016.

BRIGATTI, R. A. M., SILVA, A. P., FREITAS, M. Estudo comparativo do comportamento de alguns híbridos de *Eucalyptus* ssp. **Circular Técnica**, Piracicaba, n. 123. 1980.

CALDEIRA, M.V.W.; GONÇALVES, E. O.; WENDLING, I. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil.** Editora u fsm, SANTA MARIA – RS 2015

CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.I. **Produção de propágulos vegetativos (por enraizamento de estacas) de Eucalyptus spp. em viveiro.** Aracruz: Aracruz Florestal, 1983. 16p

CIFORESTAS. **Centro de Inteligencia em Florestas.** Disponível em: <www.ciforestas.com.br> Acesso em: 12/01/2017.

DIAS, P. C. **Propagação vegetativa de angico-vermelho (Anadenanthera macrocarpa (Benth) Brenan) por estaquia e miniestaquia.** 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DOBNER JÚNIOR, M., VAGAES, T.C., HIGA, A.R. Aproveitamento do germoplasma de *cryptomeria japonica* da estação experimental de Rio Negro, PR, visando a produção de sementes. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 363 - 372, jul. / set. 2013.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; CARVALHO, O. M. Comportamento silvicultural de espécies e procedências de Eucalyptus na região dos tabuleiros costeiros do estado de Sergipe. **Revista Árvore**, v.22, n.1, p.137-142, 1998.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; WYK, G. V. **Eucalypt domestication and breeding.** Oxford: Clarendon, 1994. p. 228-246.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Curitiba, PR. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina.** Curitiba, 1988. (Documentos, 21). 1988.

EPAGRI/CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=41, Acesso 07/08/2016.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas. Princípios e perspectivas. 2.ed. Londrina: Editora Planta. 2004. 403 p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

FAO. **El eucalipto en la repoblación forestal.** Colección FAO: Montes, Roma, 11 ed., 1981. 723p.

Ferreira, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **Scientia Florestalis**, n.45, p.22-30, 1992.

FONSECA, Sebastião Machado et al. **Manual prático de Melhoramento Genético do Eucalipto.** Ed. UFV. Viçosa, MG. 2010. 200 p.

FRIGOTTO, T. **SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Eucalyptus* spp. NA REGIÃO NORTE DE SANTA CATARINA.** Lages, 2016. 94p. (tese mestrado).

GOULART, P. B.; XAVIER, A. INFLUÊNCIA DO MODO DE ACONDICIONAMENTO DE MINIESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n3/a04v34n3.pdf>> Acesso em 10/12/2016

GRATTAPAGLIA, D. **Melhoramento de *Eucalyptus*:** híbridos, clonagem e marcadores moleculares. Palestra. Capturado em 20 de junho de 2008. Online. Disponível na internet em: http://www.cenargen.embrapa.br/palestras/21102006/21102006_001.pdf.

GUIARIOMAFRA. Disponível em: <http://www.guiariomafra.com.br/>. Acesso em 12/12/2016.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Eds.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, p. 11 - 28. (Advances in Plant Sciences Series, 2), 1987.

HACKETT, W.P., MURRAY, J.R. Maturation and rejuvenation in woody species. In: AHUJA, M.R. **Micropropagation of woody plants.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. P. 93 – 105

HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation:** principles and practices. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915 p.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JR, F. T; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices.** 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 915 p, 2011.

HARTMANN, H.T. et al. **Plant propagation: principles and practices.** 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices.** 8 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 915p. 2011.

HIGA R. C. V., STURION J. A. Capacidade de brotação em subgêneros e espécies de *Eucalyptus*. IPEF, Piracicaba, v. 11, n. 30. p. 23-30. 1997.

HIGA, A. R., Carvalho P.E.R. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. **Anais...** VI Congresso Florestal Brasileiro; 1990; Campos do Jordão. São Paulo; 1990. p. 459.

HIGA, R.C.V. et al. Comportamento de vinte espécies de *Eucalyptus* em área de ocorrência de geadas na região sul do Brasil. 1997. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador, BA. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, 1997. V.4.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A.; GONÇALVES, A.N. **Evolução do jardim clonal de eucalipto para a produção de mudas.** IPEF notícias, Piracicaba, v.24. n.148, p.4-6, 2000.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2016.** Disponível em: <http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>. Acesso em: 26 ago.2016.

IPEF - **Pesquisa florestal desenvolve bonsais de eucalipto.** Instituto de pesquisas e estudos florestais, Piracicaba, 2004. 12p.

KAGEYAMA, P. Y.; **Plantações de Essências Nativas Florestas de Proteção e Reflorestamentos Mistos;** ESALQ, Piracicaba, SP. Janeiro, 1990 (documentos florestais (8), p. 1-9).

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progêneres de uma população de *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden.*** Piracicaba, 1980. 71p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

LIMA, C. C.; OHASHI, S. T. substrato no enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Disponível em:

<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/substrato.pdf>> Acesso em : 10/12/2016

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo, SP, 2000, 112 p.

MIRANDA, D.L.C.; JUNIOR V. B., GOUVEIA D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*

ODA, S. Estratégia na utilização de novas tecnologias no melhoramento genético do eucalipto
Anais do VII Workshop em Melhoramento Florestal De 04 a 06 de novembro de 2014
Piracicaba, São Paulo, Brasil.

OLIVEIRA JTS, HELLMEISTER JC, SIMÕES JW, FILHO MT. **Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1-Avaliações dendrométricas das árvores.** *Scientia forestalis.* 1999; (56): 113-124.

OLIVEIRA, M.C. et al. **Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galeira.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, 2001, 4p. (Caderno didático, 83).

OHLAND, T. et al. Enraizamento de estacas apicais de figueira ‘Roxo de Valinhos’ em função de época de coleta e AIB. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 74-78, 2009.

PAINEL FLORESTAL. **A história do eucalipto no Brasil.** Disponível em:
<http://www.painelforestal.com.br/arquivo/a-historia-do-eucalipto-no-brasil-32498350c9c49312b8b1c8329ee68acc>. Acesso em: 10 dez.2015.

PAIVA, N. H.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 46p. (Cadernos Didáticos, 83).

PATIÑO-VALERA, F.P. **Variação genética em progêneres do *Eucalyptus saligna* e sua interação com o espaçamento.** Piracicaba, 1986. 192p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

PEREIRA, J. C. D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p. (Documentos, 38)

PEREIRA, M. de O. **RESGATE VEGETATIVO E PROPAGAÇÃO VIA ESTAQUIA E MINIESTAQUIA DE *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. Muell.) Bahadur** abr. 2014

QUEIROZ, S. C. S. et al. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da polpa kraft de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake clones. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 901-909, 2004.

RAST, E. D.; BEATON, J. A.; SONDERMAN, D. L. Photographic guide to selected external defect indicators and associated internal defects in black walnut. USDA, **Forest Service**, Research Paper NE-617, 24 p, 1988.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indol butírico no enraizamento de estacas do portaenxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p.931-938, 2000.

RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Estratégias de melhoramento para eucaliptos visando a seleção de híbridos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 21, p.49-60, 1990.

RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.589-647.

ROCHA, M.G.B.; PIRES, I.E.; ROCHA, R.B.; XAVIER, A.; CRUZ, C.D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3,n.6,2007.

SANTIN, D. et al. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.56, p.97-104,2008.

SANTOS, G.A.; XAVIER, A.; LEITE, H.G. Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.737-747, 2006.

SANTOS, G.A. et al. Potencial da silvicultura clonal de *Eucalyptus benthamii* para o sul do Brasil. In: SILVA, L.D.; HIGA, A. R.; SANTOS, G.A., (Coord.) **Silvicultura e melhoramento genético de Eucalyptus benthamii**. Curitiba: FUPEF, 2012. p.77-103.

SILVA, H. D.; PIRES, I. E.; ARAUJO, F. D. Comportamento silvicultural e aptidão para produção de carvão de cinco espécies de *Eucalyptus*, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.24/25, p.71-78, 1992.

SOUZA JUNIOR, L. **Tipo de minijardim clonal e efeito do ácido indolbutírico na miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. (Proteaceae).** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná, 2007, 66 p.

SOUZA, P.F.; FARIAS, K. J.; MENEGUZZI, A.; NAVROSKI, M.C.; BUENO, D.H.; ROSA, D. P. Modelagem hipsométrica em floresta de espécies/híbridos de *Eucalyptus* sp. no norte de Santa Catarina. XII Simpósio Florestal Catarinense “Perspectivas tecnológicas e a importância do setor florestal para Santa Catarina”. **Anais.** p. 237 – 242, 2016.

TREVISAN R. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* hill ex maiden. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; 2006. 138 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOSTA, M. S. *et al.* Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira. (*Spondias* sp). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2727-2740, 2012. Suplemento.

WEGNAR, P.Z. **Caracterização dos Recursos Naturais e Uso do Solo da Área de Proteção Ambiental da Represa do Alto Rio Preto, Rio Negrinho – SC.** 2000. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000).

WENDLING., I. **Propagação vegetativa** . Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50925/1/Wendling.pdf>>. Acesso em 12/12/2016.

WENDLING, I. et al. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000.

WENDLING, I.; BRONDANI, G.E.; BIASSIO, A. de; DUTRA, L.F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.117-125, 2013. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i1.15958.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S.J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v.45, p.473-486, 2014. DOI: 10.1007/s11056-014-9415-y.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.187-194, 2001.

WENDLING, I. ; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**. Viçosa- MG, v. 29, n. 6, p. 921-930, 2005.

XAVIER A., WENDLING I. SILVA. R. L. 2009. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa:UFV. 2009. 272 p.

XAVIER, A., SANTOS, G. A., OLIVEIRA M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, n. 27 v. 3, p. 351-356, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal - princípios e técnicas**. Viçosa, Editora UFV, 279p, 2013.

ZIMMERMANN, M.; BROWN, C.L. **Trees structure and function**. New York: Spring Verlag, 1974. 336 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. 2 Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 279 p.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: North Carolina State University, 1984. 505 p.