

TACIANA FRIGOTTO

**SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS E PROPAGAÇÃO
VEGETATIVA DE *Eucalyptus* spp. NA REGIÃO NORTE DE
SANTA CATARINA**

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. Geedre Borsoi.

**LAGES, SC
2016**

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

Frigotto, Taciana
SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS E PROPAGAÇÃO
VEGETATIVA DE *Eucalyptus* spp. NA REGIÃO NORTE DE
SANTA CATARINA / Taciana Frigotto. Lages - 2016.
93 p.

Orientador: Marcio Carlos Navroski
Co-orientador: Geedre Adriano Borsoi
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, Lages, 2016.

1. Silvicultura Clonal. 2. Melhoramento
genético. 3. Clones promissores. I. Navroski,
Marcio Carlos. II. Borsoi, Geedre Adriano. III.
Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

TACIANA FRIGOTTO

**SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS E PROPAGAÇÃO
VEGETATIVA DE *Eucalyptus* spp. NA REGIÃO NORTE DE
SANTA CATARINA**

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. Dra. Luciana Magda de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC

Membro:

Prof. Dr. Mário Dobner Júnior
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Lages-SC, 29/02/2016

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo olhar atento e cuidadoso em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Carlos Navroski pelos conhecimentos passados, pela sumária orientação, e pela amizade e companheirismo que cultivamos por esses dois anos.

A minha família, pelo amor, ensinamentos, paciência e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos que nestes anos foram mais que parceiros. Meu muito obrigado pelo companheirismo e amizade.

A equipe de silvicultura que nestes últimos anos conviveram comigo nos trabalhos no viveiro e aguentaram a minha teimosia e riram das minhas histórias. Obrigada, e diria que formamos uma bela equipe de trabalho de infinitas discussões e muitas soluções.

A todos os professores que ministraram aulas, que ajudaram em muito a minha formação.

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

A Universidade do Estado de Santa Cataria – Centro de Ciências Agroveterinárias que me concedeu estrutura e apoio para a condução do projeto realizado, e pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente me ajudaram nestes 2 anos de estudos, vocês são parte da minha vida e de toda a minha formação profissional. MUITO OBRIGADA.

RESUMO

O objetivo do estudo foi resgatar, conservar e multiplicar o material genético das melhores espécies/procedências selecionadas de *Eucalyptus* spp., para a região norte de Santa Catarina e selecionar os melhores clones para a propagação em nível comercial. O povoamento de *Eucalyptus* spp. do estudo está localizada no município de Rio Negrinho, SC. O talhão foi plantado em dezembro de 1999. As espécies do gênero *Eucalyptusspp.* presentes na área experimental são oriundas de sementes, provenientes de diversos locais. Para seleção das melhores procedências, os indivíduos foram avaliados quanto à sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito, volume, e características qualitativas como tortuosidade do tronco e bifurcação. Para o experimento de resgate de material vegetativo foram aplicadas as técnicas de anelamento e semianelamento em nove espécies potenciais, onde os indivíduos foram avaliados em termos de número de brotações, número de estacas, sobrevivência e enraizamento. O mesmo foi avaliado em função da juvenilidade através das diferentes alturas em relação ao solo para a *E. benthamii*. As espécies potenciais em relação às variáveis quantitativas e qualitativas, assim como o ranking utilizado para selecionar as melhores espécies, as três espécies que se destacaram foram *E. dunnii*, *E. benthamii* e *E. dorrigoensis*. Em relação as procedências para *E. smithii* a procedência de Wilson Promontorj, para *E. benthamii* a Austrália, assim como para *E. deanei* e *E. viminalis* a procedência Manville SC, e para *E. macarthurii* Pieter Maritz. Dentre os métodos de resgate vegetativo testados, o anelamento apresentou melhores resultados em função da emissão de brotações. Para a sobrevivência e o enraizamento dos propágulos torna-se necessário novos estudos uma vez que apenas *E. deanei* obteve

material enraizado com a utilização de AIB na concentração de 3.000 mg L⁻¹. Quanto a emissão de brotos em função do grau de juvenilidade para *E. benthamii*, recomenda-se realizar a incisão nas árvores na altura de 20 e 50 cm acima do solo, e a realização de novos estudos pois não obteve-se resultado quanto a sobrevivência e enraizamento das estacas.

Palavras-chave: Silvicultura clonal. Melhoramento genético. Clones promissores.

ABSTRACT

FRIGOTTO, TACIANA. **Selection of species/origins and vegetative propagation of *Eucalyptus* spp. in north of Santa Catarina – Brazil.** 2016. 103 p. Dissertation (Master in Forest Engineering - Area: forest production. University of the State of Santa Catarina. Graduate Program in Forestry, Lages, 2016.

The objective was to rescue, preserve and multiply the genetic material of the best species/origins selected *Eucalyptus* spp., to southern Brazil and select the best clones for propagation in Commercial level. The forest *Eucalyptus* spp. the study is located in the city of Rio Negrinho, SC. The forest was planted in December 1999. The species of the gender *Eucalyptus* sp. present in the experimental area are grown from seeds, from different locations. For selection of the best sources, subjects were evaluated for survival, height, diameter at breast height, volume, and features like the trunk tortuosity and fork. For vegetative material rescue experiment was applied the techniques of annealing and semi-annealing nine potential species, where individuals were evaluated number of shoots, number of cutting, survival and rooting. The same was evaluated according to the youthfulness through different heights from the ground for *E. benthamii*. The potential species for quantitative and qualitative variables, as well as the ranking used to select the best species, three species that stood out were *E. dunnii*, *E. benthamii* and *E. dorrigoensis*. Regarding the origins for *E. smithii* the origin Wilson Promontorj to *E. benthamii* Australia, as well as *E. viminalis* and *E. deanei* the origin Manville SC and *E. macarthurii* Pieter Maritz. Among the vegetative recovery methods tested, the girdling showed better results due to the issuance of shoots. For the survival and

rooting of seedlings it is necessary to further study since only *E. deanei* embedded material obtained using IBA at 3000 mg L⁻¹. As for the issue of shoots depending on the degree of youthfulness to *E. benthamii* is recommended to perform the incision in the trees at the height of 20 and 50 cm above the ground, and new studies because not yielded results as the survival and rooting of cuttings.

Keywords:Clonal forestry. Genetical enhancement.Promising Clones.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Localização de Rio Negrinho – SC, Brasil. Local de implantação da floresta de *Eucalyptus* alvo do estudo.....45
- Figura 2 - Distribuição dos resíduos de estimativa em função do diâmetro à altura do peito do modelo de Stoat.....49
- Figura 3 - Seccionamento das linhas transversais no tronco das árvores de *Eucalyptus* com auxílio de motosserra (A). Árvore após a retirada da casca (B).51
- Figura 4 - Tratamentos relacionados ao gradiente de juvenilidade..52
- Figura 5- Preparo das estacas de *Eucalyptus* sp. Árvore com brotação (A); Brotação retirada da árvore (B); Estaca sendo confeccionada em tamanho de +/- 8 cm (C); Estaca com tamanho ideal e 50 % das folhas reduzidas (D).53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espécies e procedências implantadas em 1999 no município de Rio Negrinho, SC.....	47
Tabela 2 - Parâmetros estatísticos da equação ajustada paraespécies e procedências de <i>Eucalyptus</i> spp. no município de Rio Negrinho, SC, Brasil.....	49
Tabela 3 - Média dos caracteres para as variáveis diâmetro a altura do peito (cm), altura (m), volume (m ³ /indivíduo), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para as diferentes espécies de <i>Eucalyptus</i> aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil.....	56
Tabela 4 - Média dos caracteres para as variáveis diâmetro a altura do peito (cm), altura (m), volume (m ³ /indivíduo), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para diferentes procedências das espécies de <i>Eucalyptus</i> aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil.....	59
Tabela 5 - Ranking final das espécies de <i>Eucalyptus</i> spp. (DAP x Sobrevivência).....	61
Tabela 6 - Resgate de árvores selecionadas de <i>Eucalyptus</i> spp. por anelamento e semi-anelamento de caule aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.....	68
Tabela 7 – Número médio de estacas produzidas oriundas de brotações de diferentes espécies de <i>Eucalyptus</i> spp. aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.	72
Tabela 8 - Valores de sobrevivência após 30 dias de estacas coletadas aos 90, 120 e 150 dias e enraizamento das estacas na casa de vegetação, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) em estacas de <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus deanei</i> e <i>Eucalyptus benthamii</i> com 15 anos de idade.....	73

Tabela 9 – Número de brotações em função de diferentes alturas da incisão e tipos de resgate vegetativo de <i>Eucalyptus benthamii</i> aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.....	76
Tabela 10 -Número de estacas de <i>E. benthamii</i> em diferentes alturas aos 15 anos de idade em Rio Negrinho, SC.	78
Tabela 11 - Análise de variância para as variáveis observadas na seleção das espécies de <i>Eucalyptus</i> . Rio Negrinho, SC, 2015.	91
Tabela 12 - Valores de Pr>Fc observadas na seleção das procedências de <i>Eucalyptus</i> de Rio Negrinho-SC, 2015.....	92
Tabela 13 - Análise de variância do número de brotações de <i>Eucalyptus benthamii</i> . Rio Negrinho, SC, 2015. .	93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
2 OBJETIVO.....	26
2.1 OBJETIVO GERAL.....	26
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
3.1 GÊNERO <i>Eucalyptus</i>	27
3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	28
3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO.....	29
3.3.1 Seleção de espécies e procedências.....	31
3.3.2 Propagação vegetativa.....	34
3.4 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>Eucalyptus</i> UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO.....	39
3.4.1 <i>Eucalyptus benthamii</i> Maiden & Cambage.....	39
3.4.2 <i>Eucalyptus fastigata</i> Deanei & Maiden.....	40
3.4.3 <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden.....	40
3.4.4 <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden.....	41
3.4.5 <i>Eucalyptus nitens</i> Deane & Maiden.....	41
3.4.6 <i>Eucalyptus smithii</i> R.T. Baker.....	42
3.4.7 <i>Eucalyptus viminalis</i> Labill.....	42
3.4.8 <i>Eucalyptus dorrigoensis</i> (Blakely) L.A.S. Johnson & K.D. Hill	43
3.4.9 <i>Eucalyptus macarthurii</i> Deane & Maiden.....	43
3.4.10 <i>Eucalyptus badjensis</i> Beuzev. & Welch.....	43
3.4.11 <i>Eucalyptus dalrympleana</i> Maiden.....	44
3.4.12 <i>Eucalyptus muelleriana</i> Stringybark.....	44
3.4.13 <i>Eucalyptus obliqua</i> Messmate Stringybark.....	44
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA/MATERIAL VEGETATIVO.....	45
4.2 SELEÇÃO DE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS.....	48
4.3 RESGATE VEGETATIVO.....	50
4.3.1 Tratamentos de resgate	50

4.3.2 Resgate vegetativo em função do gradiente de juvenilidade.....	51
4.3.3 Enraizamento de estacas em função das espécies e métodos de resgate/juvenilidade.....	53
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
5.1 SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS.....	56
5.2 TRATAMENTOS DE RESGATE.....	67
5.2.1 Resgate vegetativo por técnica de anelamento e semianelamento.....	67
5.2.1 Tratamentos de resgate em função do grau de juvenilidade.....	75
CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* possui cerca de 600 espécies, quase todas nativas da Austrália. Entre as espécies mais importantes para o Brasil, apenas quatro são de ocorrência natural fora da Austrália. *E. urophylla*, nativa da Indonésia, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. brassiana*, que ocorrem na Austrália e também em Papua Nova Guiné (FONSECA et al., 2010).

Introduzido comercialmente no país no inicio do século XX, a cultura do *Eucalyptus* é de grande importância econômica, ambiental e social para o Brasil. Em 2014, a área de plantios de *Eucalyptus* totalizou 5,6 milhões de hectares, o que representa 72 % do total reflorestados, e estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (25 %), São Paulo (18%) e Mato Grosso do Sul (14%), atingindo produtividade média de 39 m³/ha.ano⁻¹ (IBÁ, 2015). O elevado crescimento das florestas segue o aumento da demanda de madeira para celulose e carvão principalmente, mas também para serraria, painéis reconstituídos, compensados, postes, mourões de cercas, construção civil e entre outras.

Devido seu rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies e grande capacidade de adaptação as diferentes condições de solo e clima, o gênero *Eucalyptus* tem experimentado certo nível de melhoramento genético ao longo dos anos. Historicamente, as empresas brasileiras do setor priorizaram a manutenção de investimentos em pesquisas e desenvolvimento, buscando primordialmente a melhoria da genética dos plantios e das técnicas de manejo florestal (IBÁ, 2015).

As empresas florestais fazem uso da clonagem para a obtenção de maiores homogeneidades e qualidade dos povoamentos, concomitantemente gerar aumento do rendimento e qualidade da madeira. Deste modo, em um programa de silvicultura clonal, são realizados diferentes testes

de matérias genéticos, como testes de espécies/procedências para a seleção de indivíduos que expressem melhores resultados tanto de crescimento e volume como adaptação as condições climáticas, uma vez que o eucalipto neste caso, ao longo da sua evolução natural desenvolveu mecanismos adaptativos eficientes para crescer sob condições favoráveis e também suportar estresse hídrico, de temperatura, nutricional, entre outros, justificando o grande número de espécies na natureza. Diante disso a seleção da árvore superior é geralmente realizada na fase adulta, uma vez que é nesta fase que as árvores demonstram seu real potencial de crescimento e das características qualitativas.

Dentre os métodos de propagação vegetativa utilizados para a multiplicação do material genético selecionado, a estaquia, a qual nada mais é que o processo de enraizamento de estacas, constitui uma das técnicas mais utilizadas para a propagação clonal de árvores selecionadas do gênero *Eucalyptus*, principalmente se tratando de planta na idade adulta (ALMEIDA, 2007). O uso da técnica de estaquia, microestaquia e miniestaquia possibilita, dentre outros benefícios, o controle racional de doenças e a transferência plena de características desejáveis (ALFENAS et al., 2004).

Nesse processo de seleção e multiplicação das árvores, o primeiro passo constitui a obtenção de brotações com maior aptidão ao enraizamento adventício, uma vez que para a clonagem, uma das mais importantes consequências em relação ao envelhecimento ontogênico é a redução ou até mesmo, a perda da capacidade rizogênica, verificada em plantas adultas (HACKETT, 1988). Assim, o processo mais utilizado que busca propiciar a emissão de brotações na base da planta, visando a obtenção das mesmas em porções com maior grau de juvenilidade, consiste em decepar a árvore selecionada (XAVIER, 2009). Contudo, existem outras técnicas de resgate, nas quais a planta matriz é mantida em sua condição inicial no

campo, tais como a enxertia, o anelamento na base do tronco, a indução das brotações basais pela ação do fogo, e o uso de brotações epicórnicas induzidas em partes de ramos e galhos da árvore selecionada (ALFENAS et al., 2009).

Todas essas técnicas visam a produção de estacas para obtenção de mudas clonais para o estabelecimento de testes clonais, aliadas com o controle dos fatores relacionados ao ambiente, assim como a utilização de fitorreguladores que tem como objetivo de aumentar o número e a qualidade das raízes formadas em cada estaca, assim como a uniformidade de enraizamento é possível o aumento na porcentagem de enraizamento.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Diante do exposto, o objetivo geral foi resgatar, conservar e multiplicar o material genético das melhores espécies/procedências selecionadas de *Eucalyptus* spp., para região norte de Santa Catarina e selecionar os melhores clones para a propagação em nível comercial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar as melhores espécies e procedências buscando verificar a adaptação e produtividade ao clima subtropical do Brasil;

- Avaliar os métodos de anelamento e semianelamento no resgate vegetativo de árvores adultas de *Eucalyptus* spp.;

- Verificar a emissão de brotos em função das diferentes alturas após sucessivas coletas em árvores aneladas de *Eucalyptus* spp.

- Avaliar o enraizamento de estacas em função dos métodos de resgate e diferentes alturas de indução de brotações, e o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento das estacas dos indivíduos selecionados de *Eucalyptus* spp.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GÊNERO *Eucalyptus*

O eucalipto pertence a divisão Angiospermae, classe Dicotyledoneia, ordem Myrales, família Myrtaceae e gênero *Eucalyptus*. O gênero possui cerca de 600 espécies, quase todas nativas da Austrália (FOELKEL et al., 1975). A disseminação do eucalipto no mundo começou no início do século XIX. Na América do Sul, o primeiro país a introduzir a espécie foi o Chile, em 1823.

Os primeiros eucaliptos chegaram ao Brasil como plantas ornamentais em 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Em 1868, a espécie começou a ser plantada para a produção de lenha e formação de barreiras contra o vento, inicialmente no estado do Rio Grande do Sul. Sua expansão ganhou impulso nos primeiros anos do século XX com o trabalho do primeiro brasileiro a se interessar pelo estudo e cultivo da planta: o silvicultor Edmundo Navarro de Andrade. Ocientista promoveu plantios de árvores para alimentar caldeiras das locomotivas e produzir dormentes, moirões e postes. Na época, foram introduzidas no Horto Florestal de Rio Claro (SP) as espécies de eucalipto cultivadas atualmente no país (PAINEL FLORESTAL, 2012).

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 (BRACELPA, 2014). Atualmente, a área de árvores plantadas para fins industriais no Brasil totalizou 7,7 milhões de hectares em 2014, aumento de 1,8% em relação a 2013. Destes, os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares da área de reflorestamentos no país, o que representa 71,9% do total (IBÁ, 2015).

3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Para a economia brasileira e para a sociedade em geral, o setor de florestas plantadas contribui com uma parcela importante na geração de produtos, tributos, empregos e bem-estar. O setor é estratégico no fornecimento de matéria-prima e produtos para a exportação e favorece, de maneira direta, a conservação e preservação dos recursos naturais. As mesmas oferecem uma variada gama de produtos madeireiros e não madeireiros, tanto para investidores corporativos como para pequenos produtores que buscam fins comerciais e subsistência. No âmbito social, as atividades da cadeia produtiva do setor promovem a geração de emprego e renda, incluem pequenos produtores no sistema de produção, investem em programas de inclusão social, educação, meio ambiente e conservação de florestas (ABRAF, 2013).

Dentre as inúmeras espécies arbóreas existentes, o gênero *Eucalyptus*, devido às características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, capacidade de adaptação tem sido utilizado em plantios comerciais. Desde o início do século XX, o contínuo crescimento da população e o crescente aumento da demanda por madeira foram responsáveis pelo surgimento do interesse e da necessidade do uso de espécies de eucalipto (MORA; GARCIA, 2000). Assim, o eucalipto adquiriu, rapidamente, a característica marcante de ser uma das espéciesflorestais mais plantadas no mundo, apresentando condições de crescer e se desenvolver em condições limitantes para outras espécies (PRYOR, 1976).

Na década de 90 no Brasil, as atenções se voltaram para a utilização racional dos recursos naturais, procurando-se preservar, conservar e interligar as áreas naturais, manter a produtividade florestal, promover o uso múltiplo de florestas. Foi nessa época, que o uso múltiplo das plantações do

eucalipto começou a despertar interesse e viabilidade. Desde então, as empresas do setor madeireiro começaram a investir nas espécies de *Eucalyptus*, e em programas de melhoramento, procurando espécies de melhor adaptação e características desejáveis, e a fim de adquirir melhores produtividades e plantios homogêneos (IBÁ, 2015).

O melhor exemplo do sucesso dessa estratégia foi o impressionante desenvolvimento da produtividade do eucalipto no Brasil – 5,7% ao ano no período de 1970 a 2008 – comparativamente aos 2,6% da América Latina, 0,9% dos países desenvolvidos e 1,9% para o conjunto de países em desenvolvimento. Em decorrência da natural redução dos ganhos incrementais de programas de melhoramento clássico ao longo do tempo, a produtividade do eucalipto no Brasil cresceu por volta de 0,3% ao ano, entre 2008 e 2014 (IBÁ, 2015).

Atualmente a participação do setor de árvores plantadas no PIB brasileiro tem crescido a cada ano e fechou 2014 representando 1,1% de toda a riqueza gerada no País e 5,5% do PIB industrial. Nesse período, o número de empregos mantidos de forma direta pelo setor de árvores plantadas foi de 610 mil. Considerando o número de empregos gerados diretamente pelo setor e o salário médio líquido de seus trabalhadores, a renda gerada pela atividade em 2014 foi de R\$ 11,60 bilhões. Desse total, R\$ 10,44 bilhões foram agregados ao consumo das famílias, enquanto a quantia restante foi direcionada à poupança nacional (IBÁ, 2015).

3.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

Resende (1999) relata que o melhoramento florestal é uma ciência que teve um maior desenvolvimento a partir de 1950 e as primeiras espécies a serem melhoradas em larga escala foram *Pinus elliotii* Engelm e *Pinus taeda* L. nos Estados Unidos e, *Acacia mearnsii*, na África do Sul. No Brasil, o

melhoramento florestal se desenvolveu a partir de 1967, com a implantação da Lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento.

Para Assis (1996) a estrutura básica de uma estratégia de melhoramento é composta por 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 gerar novas 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.

Deste modo, o melhoramento florestal tem por objetivos referentes ao incremento do crescimento; da produtividade (madeira, fibras, energia renovável); alterações das propriedades químicas da madeira (teor e tipo de lignina e celulose); modificações das propriedades físicas da madeira (ângulo de fibras, espessura de parede); resistência à doenças; a tolerância a estresses abióticos (geadas, seca, salinidade); melhoria da capacidade fotossintética; dos caracteres fisiológicos; uso em biorremediação; a produção de compostos farmacêuticos; alterações na arquitetura da árvore (ramos, nós, interceptação de luz), dentre outros (GRATTAPAGLIA, 2008).

Em função dos resultados encontrados em povoamentos clonais, a disponibilidade de clones selecionados e o interesse comercial de várias empresas para as mais diversas regiões faz com que a área de plantios clonais de *Eucalyptus* esteja sendo ampliada cada vez mais em todo o território brasileiro, possibilitando a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas em função da limitação de material genético via seminal (XAVIER; SILVA, 2010).

Assim 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 (MORA; GARCIA, 2000), com destaque para,

as principais espécies do gênero *Eucalyptus* melhoradas no Brasil, listadas a seguir com seus respectivos usos (Quadro 1).

Quadro 1- Espécies de *Eucalyptuse Corymbia* melhoradas no Brasil com seus respectivos usos.

USOS	ESPÉCIES
Papel e celulose de fibra curta	<i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus urophylla</i> , <i>Eucalyptus dunni</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> .
Carvão	<i>Eucalyptus urophylla</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , <i>Eucalyptus cloeziana</i> , <i>Eucalyptus pellita</i> .
Madeira Serrada	<i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus pilularis</i> .
Produção de óleo essencial	<i>Corymbia citriodora</i> .

Fonte: RESENDE, 2000 adaptado pelo autor.

3.3.1 Seleção de espécies e procedências

A seleção é um assunto de grande relevância na silvicultura de qualquer espécie, e apenas com a existência de variabilidade genética é possível realizar a seleção (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Para a seleção da espécie envolvida para o melhoramento deve se levar em consideração vários aspectos, dentre eles encontram-se, estudos das analogias climáticas, fisiológicas e edáficas, origens da semente e as áreas de plantio, conhecimento das qualidades tecnológicas da madeira das espécies, entre outros. Após a escolha da espécie ideal, se faz necessário definir as fontes geográficas ou procedências mais adequadas, tanto para obtenção de sementes comerciais, como para busca de material genético para o estabelecimento de programas de melhoramento florestal (ASSIS, 1996).

O processo de seleção da árvore matriz, a qual vai constituir o futuro clone, constitui-se numa etapa de fundamental importância para se alcançar a meta desejada na silvicultura clonal. As árvores matrizes devem agregar os atributos silviculturais desejáveis, portanto, 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).

No início de programas de silvicultura clonal de *Eucalyptus* a seleção de árvores superiores tem sido realizada, principalmente, em plantios comerciais, devido a grande variabilidade genética encontrada, necessidade de obter-se resultados a curto prazo, operacionalidade e eficiência obtida (XAVIER; SILVA, 2009),

Para Silva et al. (2007), a expansão do mercado florestal e consequentemente o aumento da demanda por madeira tem estabelecido mais estudos e investigações em busca da melhoria de determinadas características das espécies, com o intuito de proporcionar aumento de produção e redução de custos. Vários estudos têm mostrado que o comportamento silvicultural de diferentes procedências de uma mesma espécie varia com as condições ecológicas em que estão estabelecidas.

Assim, nos programas de melhoramento, um grande número de clones promissores é testado anualmente em diferentes ambientes, antes de sua recomendação final e multiplicação (SUDARIC et al., 2005). Uma vez que, na maioria das vezes, estes ambientes são distintos, há interação entre genótipo e ambiente (GxE), o que afeta o ganho com a seleção e torna necessário estimar a magnitude e a natureza dessa interação. Essas estimativas possibilitam a avaliação do real

impacto de seleção e asseguram alto grau de confiabilidade na recomendação de clones para um determinado local ou grupo de ambientes (ROSADO et al., 2012)

Moura; Oliveira; Viera (1995) avaliaram o comportamento de quatro procedências de *Eucalyptus brassiana* S. T. Blake aos 13 anos de idade em Planaltina-DF. A procedência de maior destaque foi a 10976 (Noroeste de Laura) que apresentou nesta idade altura média de 13,6 m, volume por hectare de 117 m³ e incremento médio anual de 9,0 m³/ha. Somente para o caráter sobrevivência é que foi superado pelas demais procedências. No cerrado do Distrito Federal *E. brassiana* apresentou resultados abaixo dos encontrados para outras espécies. Entretanto, em região de cerrado-caatinga esta espécie tem comportamento igualou superior às outras espécies de *Eucalyptus* e por isso é mais indicada para as condições semiáridas.

Leite et al. (1973) em um estudo na região de Lages-SC, testaram o comportamento de diferentes espécies/procedências do gênero *Eucalyptus* onde ocorrem geadas. Pelos resultados preliminares obtidos aos 8 meses após a instalação do experimento, *E. viminalis* procedente de Canela - Rio Grande do Sul e Batlow - New South Wales (Austrália), apresentou o melhor comportamento, quanto ao crescimento e não foi prejudicado pelas geadas.

Silva et al. (2007) instalaram, no Vale do Rio Doce-MG, dois testes de procedências de *Eucalyptus tereticornis*, nos municípios de Dionísio (MG) e Marliéria (MG), com 11 e 14 procedências, respectivamente. Em uma análise efetuada entre as idades de 4 e 5 anos, para altura, DAP, sobrevivência e volume por hectare, verificou-se que as procedências 12.947 (Kennedy River), 10.952 (Mt. Molloy) e 10.975 (N.W.Laura) destacaram-se em Dionísio, enquanto em Marliéria os melhores desempenhos foram apresentados pelas procedências 12.947 (Kennedy River), 11.953 (Laura) e 10.952 (Mt. Molloy).

3.3.2 Propagação vegetativa

A propagação vegetativa consiste em multiplicar assexuadamente partes de plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), originando indivíduos geralmente idênticos à planta-mãe (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004). Esta é uma forma de multiplicação bastante comum para muitas famílias de vegetais superiores. Contudo, para a grande parte das espécies arbóreas importantes em silvicultura, essa forma de propagação só é possível por meio da intervenção humana (SANTOS, 1994). As técnicas como enxertia, mergulhia, alporquia ou estaquia, constituem métodos de propagação, sendo a estaquia, um dos processos mais importantes de propagação vegetativa, que se destaca como método economicamente viável para produção de novos indivíduos (CHAPMAN, 1989).

De modo geral, dentre as principais vantagens da propagação vegetativa de espécies florestais podem ser citadas a formação de plantios clonais 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).

As causas das variações são, provavelmente, ambientais e causadas por fatores relacionados ao propágulo, isto é, tamanho da estaca, período que as estacas são coletadas e as condições em viveiro (vigor do propágulo ou a qualidade do sistema radicular) (HIGASHI et al., 2000).

Essas variações originam-se de uma interação de fatores externos e internos inerentes, presentes nas células das plantas, bem como de substâncias translocáveis produzidas nas folhas e gemas, como as auxinas, os carboidratos, os compostos

nitrogenados, as vitaminas, entre outras, sendo tais variações ainda pouco esclarecidas em espécies lenhosas (WENDLING, 2003).

Os trabalhos de propagação vegetativa de árvores do gênero *Eucalyptus* segundo Assis (1996) tiveram início nos anos 50, no Marrocos. No Brasil, os trabalhos pioneiros com sucesso no enraizamento de estacas de eucalipto remontam ao ano de 1975, conforme Ikemori (1975), sendo a técnica adotada em escala comercial quatro anos mais tarde. Entretanto, pelo fato da seleção de clones ser na maioria das vezes, realizada na fase adulta, a propagação vegetativa encontrou limitações, principalmente no que se refere à variação de genótipos entre e dentro das espécies florestais, em função da redução gradual da capacidade de enraizamento de estacas associada ao envelhecimento ontogênico (ASSIS, 1997).

3.3.2.1 Resgate e multiplicação das árvores superiores

A propagação clonal de árvores na fase adulta se dá pelo enraizamento de estacas. Nessa seleção, o primeiro passo constitui a obtenção de brotações com maior aptidão ao enraizamento adventício. O processo mais utilizado consiste em decepar a árvore selecionada, buscando propiciar a emissão de brotações na base da planta em porções com maior grau de juvenilidade (XAVIER, 2009). Além da decepa, existem outras técnicas de resgate, nas quais a planta matriz é mantida em sua condição inicial no campo, tais como a enxertia, o anelamento na base do tronco, a indução das brotações basais pela ação do fogo, e o uso de brotações epicórnicas induzidas em partes de ramos e galhos da árvore selecionada (ALFENAS et al., 2004). Todas essas técnicas visam a produção de estacas para obtenção de mudas clonais para o estabelecimento dos testes clonais (XAVIER; SILVA, 2010).

A maturação em plantas lenhosas é um assunto de extrema importância, principalmente, das variações na capacidade de propagação vegetativa, nas taxas e formas de crescimento, na qualidade e rapidez na formação de raízes, das mudanças nas características de crescimento, morfologia foliar e, também, a mudanças fisiológicas e bioquímicas, com a transição para o estado maduro. 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).

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). O entendimento da troca da fase juvenil para a adulta irá incrementar as perspectivas de sucesso na clonagem de árvores adultas, resultando em maior eficiência no processo de seleção, melhoramento e clonagem e, consequentemente, em uma silvicultura clonal intensiva mais eficiente (WENDLING; XAVIER, 2009).

Determinadas células possuem capacidade para regenerar tecidos, órgãos e plantas, e com o crescimento da árvore essas células têm sua competência em regenerar diminuída, isso torna o processo de reversão a juvenilidade mais difícil (BACCARIN, 2012).

De acordo com Hackett (1988), uma característica que tem sido observada em muitas espécies com o aumento da idade é a perda da capacidade de formação de raízes adventícias. O processo de maturação é consequência do desenvolvimento ontogênico e, geralmente, afeta, de modo

marcante, espécies lenhosas. Para a clonagem, uma das mais importantes consequências para o envelhecimento ontogênico é a redução ou até mesmo, a perda da capacidade rizogênica, verificada em plantas adultas.

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

3.3.2 Estaqueia

A estaqueia é uma técnica que consiste em promover o enraizamento de partes da planta, sendo até o momento a técnica mais difundida entre as empresas florestais para o estabelecimento de plantios clonais de *Eucalyptus spp.* (WENDLING, 2003). Essa técnica pode 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).

A propagação via estaqueia teve seu início a nível comercial na República Popular do Congo, em 1975, onde foram implantados 3.000 ha de florestas (DELWAULLE et al., 1983). Passado alguns anos, em 1979, no Brasil, a produção massal de mudas clonais iniciou na região litorânea do Espírito Santo, e estendeu-se a outras regiões do Brasil (CAMPINHOS; IKEMORI, 1983; CAMPINHOS, 1987). Desde então, é notória a evolução do processo da clonagem de eucalipto.

A propagação clonal em *Eucalyptus* é efetuada a partir do enraizamento de estacas caulinares, com segmentos variando em torno de 6 a 10 cm de tamanho, com um par de folhas reduzidas pela metade, confeccionadas a partir de brotações provenientes de cepas de árvore selecionadas. Segundo Alfenas et al. (2004) é fundamental a presença das folhas para garantir o enraizamento, pois os carboidratos resultantes da atividade fotossintética e a auxina produzida nas folhas e gemas apicais contribuem para a rizogênese (HARTMANN et al., 1997). Ainda as estacas podem receber em sua base tratamento com o regulador de crescimento AIB (ácido indolbutírico), (XAVIER; SILVA, 2010) com a concentração variando conforme espécie.

O enraizamento de estacas envolve a regeneração de meristemas radiculares diretamente a partir dos tecidos associados com o tecido vascular, ou a partir do tecido caloso formado na base da estaca, sendo a indução da regeneração radicular função da espécie, do genótipo e do nível de maturação da planta doadora (WENDLING, 2003). Entretanto, um dos maiores problemas relacionados à estaquia, consiste na obtenção de brotos que apresentam competência à rizogênese. Essas características estão diretamente relacionadas com a origem genética da planta-mãe 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).

Apesar da evolução das técnicas para maximizar o enraizamento de *Eucalyptus*, os fundamentos biológicos da formação de raízes adventícias são pouco conhecidos (ALFENAS et al. 2004). Para Titon (2001), o processo de maturação/juvenilidade no enraizamento de espécies florestais é pouco esclarecido, necessitando de maiores pesquisas.

Lana et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de AIB (ácido indolbutírico) no enraizamento e crescimento de estacas de *Eucalyptus urophylla*. Testaram três concentrações de AIB (2.000; 5.000 e 8.000 mg L⁻¹), e duas formas de aplicação do fitorregulador (pasta e pó), além de três épocas de avaliação (30, 45 e 60 dias). O AIB aplicado tanto na forma de pó, quanto na forma de pasta, resultou em maior crescimento das mudas, sendo a aplicação de 2.000 mg L⁻¹ e 5.000 mg L⁻¹ os que resultaram em aumentos significativos sobre peso de matéria verde e de parte aérea e sistema radicular.

Já Almeida et al. (2007) avaliaram a eficiência do enraizamento adventício em estacas extraídas de brotações obtidas por meio da decepa da árvore, anelamento do caule e indução de brotações epicórnicas em galhos podados de árvores de *Eucalyptus cloeziana*, bem como a influência do AIB no enraizamento adventício dessas estacas. A indução de brotações em cepas mostrou melhores resultados para as árvores selecionadas com 5 anos de idade, em relação àquelas de 15 anos. De forma geral, o resgate por brotações de cepas mostrou-se mais viável em relação às demais técnicas estudadas, tanto pelo maior número de brotações emitidas quanto pela sua capacidade de enraizamento.

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

3.4.1 *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage

Esta espécie de limitada distribuição natural cresce ao sudoeste da cidade de Sydney, Nova Gales do Sul, e em planícies ao longo do rio Nepean e seus afluentes (FONSECA, 2000). A espécie apresenta boa adaptabilidade a diversos sítios e ambientes com temperaturas entre 13°C a 17°C, inverno

oscilando entre 1°C e 3°C, com incidência de 3 a 10 geadas anuais (HIGA; PEREIRA, 2003).

3.4.2 *Eucalyptus fastigata* Deanei & Maiden

Originário das montanhas do sudeste da Austrália. *E. fastigata* é uma árvore de médio a grande porte, geralmente 30-45 m de altura e 1-2 metros de diâmetro na altura do peito com casca, embora alturas de 60 m podem ser obtido nos melhores sítios. Possui rápido crescimento e tolerância a geadas, preferindo solos férteis, argilosos, úmidos, mas bem drenados (NSW, 2010).

No Brasil, *E. fastigata* foi introduzido experimentalmente, em poucos locais, com um número reduzido de origens australianas. Em São Francisco de Paula-RS a origem Oberon-NSW, da parte central da ocorrência natural, foi nitidamente superior às origens meridionais (CARPANEZZI et al., 1988).

3.4.3 *Eucalyptus dunnii* Maiden

Sua faixa de ocorrência natural é muito restrita, distribuindo-se em áreas descontínuas na região de Coffs Harbour, em Nova Gales do Sul e ao sul de Queensland. O clima é quente e úmido, mas sujeito a frequentes geadas no inverno, em que a média das máximas e das mínimas é de 27 a 30°C e 0e 3°C. A precipitação pluviométrica média anual, que gira em torno de 1000 a 1750 mm, é relativamente bem distribuída, com o máximo de chuvas no verão, mas nunca menor que 40 mm em todos os meses do ano (EMBRAPA, 1988). Melhor crescimento se dá em solos úmidos e altamente férteis de origem basáltica, mas ocorre também em solos de

origem sedimentar e bem drenados. Em virtude de sua restrita distribuição geográfica na origem, não há grandes variações nas procedências (FONSECA, 2000).

3.4.4 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

Ocorre no norte do estado de Nova Gales do Sul. A altitude varia desde o nível do mar até 600 m na maioria das populações e de 500 a 1000 nas áreas do norte. O clima é principalmente quente e úmido. A temperatura máxima do mês mais quente esta entre 24 e 30°C; e a mínima do mês mais frio, de 3 a 8 °C. Nas populações do norte, as temperaturas são respectivamente, de 29 a 32 °C e médias mínimas de 5 e 6 °C. A precipitação esta entre 1000 e 1750 mm nas áreas costeiras, com predomínio no verão (FAO, 1981).

Essa espécie é encontrada em vários tipos de solos, mas, geralmente, em solos profundos e bem drenados, com moderada fertilidade, não tolerando ambientes alagados (FONSECA, 2000).

3.4.5 *Eucalyptus nitens* Deane & Maiden

Espécie restrita ao sudeste da Austrália, mas com ampla variabilidade entre procedências. Sua distribuição geográfica é descontinua em grande número de pequenas populações, que se estendem do norte de Nova Gales do Sul até o centro e leste de Victoria. O clima varia de temperado e subtropical e de úmido a subúmido, com temperaturas médias das máximas do mês mais quente entre 17 e 24°C e com médias das mínimas do mês mais frio entre -2 e 2°C. As florestas naturais ocorrem em regiões de alto índice pluviométrico, 950 a 2100 mm. O número de geadas varia de 50 a 150 por ano, e na maior parte da área de sua distribuição há ocorrência de neve, que se

mantem sobre o solo por vários dias ou semanas. Ocorre em solos profundos e férteis(FONSECA, 2000).

3.4.6 *Eucalyptus smithii* R.T. Baker

É nativo do nordeste de Victoria e sudeste de Nova Gales do Sul (FONSECA, 2000). Na região de ocorrência natural, o clima é temperado para frio, sub-úmido, com a temperatura máxima do mês mais quente entre 23 e 28°C e a mínima do mês mais frio entre -2 e 6°C. A precipitação média anual é de 750 a 1700 mm, com distribuição uniforme, sendo raros os meses com menos de 50 mm (BOLAND et al., 1984). De modo geral, a espécie desenvolve-se em vários tipos de solo, com exceção daqueles de fertilidade excessivamente baixa (EMBRAPA, 1986).

3.4.7 *Eucalyptus viminalis* Labill

Inclui três subespécies: *viminalis*, *cygnetensis* e *pyroriana*. Encontra-se amplamente distribuída no sudoeste australiano. A altitude varia desde o nível do mar até 150 m para a subespécie *Pyroriana*, 450 m para a subespécie *Cygnetensis* e 1300 m para subespécie *Viminalis*. O clima da faixa de ocorrência natural da espécie varia amplamente. O índice pluviométrico oscila de 400 a 1700 mm anuais, e as geadas são poucas e suaves na região costeira até 60 por ano nas regiões de maiores altitudes, montanhosas, nos vales e nos tabuleiros, podendo nevar nestas últimas na maioria dos invernos. Essa extensa variabilidade ecológica e geográfica na área de ocorrência da espécie confere-lhe ampla variabilidade fenotípica entre as procedências. Tendo em vista sua tolerância a geadas, é interessante testar diferentes

procedências a fim de obterem genótipos mais adaptáveis a serem usados em programas de melhoramento (FONSECA, 2000).

3.4.8 *Eucalyptus dorrigoensis*(Blakely) L.A.S. Johnson & K.D. Hill

Considerada anteriormente como *E.benthamii* var *dorrigoensis*, possui uma distribuição muito restringida sobre Dorrego Plateu em el NE de NSW a uma Latitude de 30° 16'S – Longitude 152° 37'E – Altitude: 680 m. Temperatura máxima média do mês mais quente de 27°C e temperatura mínima média do mês mais frio de 0°C, com uma média de 62 geadas por ano. Mínima de precipitação de 1378 mm, principalmente no verão (HARRAND; MARCO, 2012).

3.4.9 *Eucalyptus macarthurri*Deane & Maiden

Seu habitat natural é bastante restrito para as Montanhas Azuis e Sul Highland Tabuleiros de Nova Gales do Sul (Austrália) e é reconhecida como uma espécie vulnerável. Amplamente cultivado na África do Sul e Nova Zelândia, é classificado entre as espécies mais resistentes ao frio. Resiste até -10 °C e mais de 80 eventos de geada ao ano (FORESTRY-GIT, 2014).

3.4.10 *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch

Eucalyptus badjensis ocorre em uma área restrita ao Sudoeste do estado de Nova Gales do Sul, Austrália, em regiões de altitude entre 800 a 1200 m e latitude entre 36 a 36 °S. O clima na região de distribuição natural da espécie é frio e sub-úmido, com temperatura máxima média entre 22 e 25 °C e

média mínima do mês mais frio entre -4 a 0 °C. O número de geadas pode chegar a mais de 100 por ano e em alguns anos pode nevar durante o inverno. A precipitação média anual é cerca de 800-1200 mm com distribuição relativamente uniforme. Nos melhores sítios *E. badjensis* pode crescer até 45 m de altura (HIGA, 2002).

3.4.11 *Eucalyptus dalrympleana* Maiden

Nativo do sudeste da Austrália, a espécie ocorre em Queensland, Nova Gales do Sul, Victoria e Tasmânia. É uma árvore perene de crescimento rápido crescimento de 50 m em condições favoráveis, mas muito menor em solos pobres (EOL, 2014).

3.4.12 *Eucalyptus muelleriana* Stringybark

É uma árvore alta de 25 a 40 m de altura e até 1 m de diâmetro (DAP). Em sítios favoráveis, pode atingir 50 m de altura e 3 m de DAP. Esta espécie ocorre em planícies costeiras e faixas adjacentes no sudeste da Austrália, Wollongong, Nova Gales do Sul, no norte de Promontório de Wilson em Victoria. É amplamente utilizado na Austrália para pisos, móveis e aplicações na construção civil (DAF, 2014).

3.4.13 *Eucalyptus obliqua* Messmate Stringybark

Esta espécie se desenvolve melhor em áreas mais frias com a umidade adequada. A casca é áspera, fibrosa, de cor cinza para vermelho-marrom. As folhas são verdes brilhantes com uma extremidade pontiaguda. Utilizada em grande escala na Austrália para construção. Resiste a clima frio, úmido à subúmido (AUSTRÁLIA-PLANTS, 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA/MATERIAL VEGETAL

O povoamento de *Eucalyptus* spp. no qual foi realizado o estudo de espécies/procedências está localizada no município de Rio Negrinho, planalto Norte Catarinense (Figura 1). O município está localizado a uma altitude média de 791 metros do nível do mar, sendo que as altitudes no município variam entre 800 e 1050 m.

Figura 1 - Localização de Rio Negrinho – SC, Brasil. Local de implantação da floresta de *Eucalyptus* alvo do estudo.



Fonte: GOERL; KOBIYAMA; PELLERIN, 2012.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é classificado como Cfb, clima temperado constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco. A temperatura média anual varia entre 15 a 17°C, sendo que as temperaturas médias máximas variam de 26 a 24°C e mínimas de 10 a 11°C (ALVARES et al., 2013). A precipitação anual média é de 1720 mm, com a umidade relativa do ar variando de 80a 86% (EPAGRI/CIRAM, 2009).

Os solos predominantes na região pertencem às classes de solo Cambissolos Álico e Podzólico vermelho e Amarelo-álico (WEGNAR, 2000), contendo como características da área segundo a metodologia de Tedesco: 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.

O talhão com as diferentes espécies/procedências foi plantado em dezembro de 1999 em espaçamento 3 x 2. As espécies do gênero *Eucalyptus* spp. presentes na área experimental são oriundas de sementes, provenientes de diversos locais (Tabela 1).

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Cada linha de plantio foi composta por uma espécie/procedência, sendo quem cada linha foi composta por 45 árvores.

Tabela 1—Espécies e procedências implantadas em 1999 no município de Rio Negrinho, SC (Continua).

Espécie	Procedência	País de origem
<i>E. fastigata</i>	Tanac R.S.	Brasil
<i>E. fastigata</i>	Austrália	Austrália
<i>E. smithii</i>	Papel e celulose Santa Catarina (P.C.C.-SC)	Brasil
<i>E. smithii</i>	Taboaganda	Austrália
<i>E. smithii</i>	Austrália	Austrália
<i>E. smithii</i>	Wilson Promontorj Austrália	Austrália
<i>E. nitens</i>	Taboaganda	Austrália
<i>E. nitens</i>	Austrália	Austrália
<i>E. nitens</i>	Macalista	Austrália
<i>E. nitens</i>	Glen Boc	Austrália
<i>E. benthamii</i>	Papel e celulose Santa Catarina (P.C.C.-SC)	Brasil
<i>E. benthamii</i>	Austrália	Austrália
<i>E. dorrigoensis</i>	Austrália	Austrália
<i>E. macarthurii</i>	Wilson Promontorj Austrália	Austrália
<i>E. macarthurii</i>	Austrália	Austrália
<i>E. badgensis</i>	GLEN BOC Austrália	Austrália
<i>E. badgensis</i> <i>nitens</i>	^x GLEN BLOC Austrália	Austrália
<i>E. deanei</i>	Papel e celulose Santa Catarina (P.C.C.-SC)	Brasil
<i>E. deanei</i>	Klabin PR	Brasil
<i>E. deanei</i>	Manville SC	Brasil
<i>E. dalrypleana</i>	Papel e celulose Santa Catarina (P.C.C.-SC)	Brasil
<i>E. viminalis</i>	Nacional Campo	Brasil
<i>E. viminalis</i>	Manville SC	Brasil
<i>E. viminalis</i>	BGND	Austrália
<i>E. viminalis</i>	Canela RS	Brasil

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Tabela 1 –Espécies e procedências implantadas em 1999 no município de Rio Negrinho, SC (Conclusão).

Espécie	Procedência	País de origem
<i>E.obliqua</i>	Riocell BRA HS.	Brasil
<i>E.muelerana</i>	Riocell BRA HS.	Brasil
<i>E.dunnii</i>	Acacia Creek N.Lgguns	Austrália
<i>E.grandis</i>	Lageado R.G.S.	Brasil

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

4.2 SELEÇÃO DE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS

Para seleção das melhores procedências os indivíduos foram avaliados quanto à sobrevivência (%), altura (m), diâmetro à altura do peito - DAP (cm) e volume (m^3 /indivíduo). Em relação às características tortuosidade do tronco, e bifurcação, estas foram avaliadas com base em notas, sendo estipulado o valor 1 para presença de bifurcação e 0 para ausência da característica, e tortuosidade as notas 1, 2 e 3, respectivamente reto, levemente tortuoso e tortuoso.

Por se tratar de uma área experimental com vistas para a seleção de material superior tem-se a inviabilidade de utilização de métodos destrutivos para obter o volume das árvores-amostra. Portanto, utilizou-se o método de cubagem de *Smalian* e a amostragem foi realizada de forma não destrutiva utilizando o dendrômetro Criterion RD1000. A seleção das árvores-amostra foi realizada a partir da distribuição diamétrica de cada uma das espécies, sendo que foram mensurados 20 indivíduos por espécie contemplando toda a distribuição diamétrica de cada uma das mesmas.

Para gerar as equações para a estimativa do volume individual foram testados 12 modelos. Com base nos resultados apresentados na análise gráfica de resíduos (Figura 2), erro

padrão da estimativa (S_{yx}) e Coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$) (Tabela 2), o modelo que gerou a equação com estimativas de melhor ajuste e precisão foi o modelo de Stoate:

Modelo de Stoat: $v = \beta_0 + \beta_1 dap^2 + \beta_2(dap^2h) + \beta_3h + \varepsilon_i$

Em que: v = Volume

β = Parâmetros do modelo

h = Altura

dap = Diâmetro a altura do peito

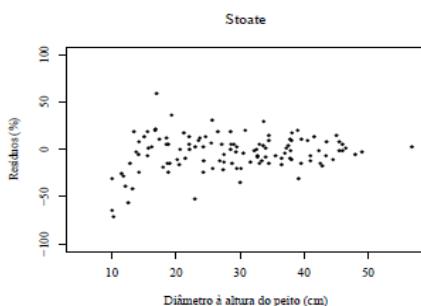
ε_i = Erro aleatório

Tabela 2 -Parâmetros estatísticos da equação ajustada paraespécies e procedências de *Eucalyptus* spp. no município de Rio Negrinho, SC, Brasil.

Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R^2	$R^2_{ajustado}$	S_{yx} (m ³)	S_{yx} (%)
Stoate	0,0835	0,0002	4,04E-05	0,0028	0,9703	0,9696	0,1668	15,1

Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Figura 2 - Distribuição dos resíduos de estimativa em função do diâmetro à altura do peito do modelo de Stoat.



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

De forma a classificar as espécies e procedências considerando o real potencial de produção de madeira, criou-se a variável DAP (cm) x Sobrevivência (%) conforme a metodologia proposta por Dobner Jr (2013). O resultado foi um valor adimensional que expressou o ritmo de crescimento penalizado pela sobrevivência relativa.

4.3 RESGATE VEGETATIVO

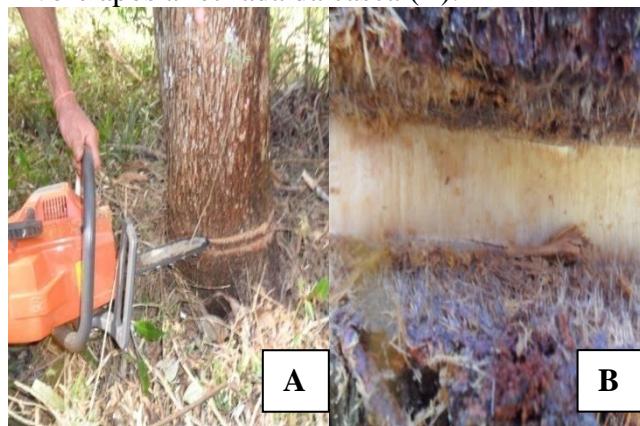
4.3.1 Tratamentos de resgate

Para o experimento de resgate vegetativo foram utilizadas nove espécies que apresentaram os melhores resultados no experimento de seleção, e dentro de cada espécie foram aplicados os tratamentos de resgate nas árvores que obtiverem o melhor padrão de crescimento e qualidade.

Após a seleção das árvores foram aplicados os tratamentos de resgate de material vegetativo: semianelamento e anelamento, conforme metodologia proposta por Santin (2008) para *Ilex paraguariensis* e Almeida et al. (2007) para *Eucalyptus cloeziana*. A aplicação dos tratamentos foi realizada em setembro de 2014.

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 motosserra (Figura 3A), cortando-se somente a espessura da casca. Posteriormente, com o auxílio de um formão de carpinteiro, foi removido um anel de casca de 2 cm de largura entre as linhas seccionadas (Figura 3B), tomando-se o cuidado para não danificar o lenho. No anelamento foi removido 100% da circunferência do tronco e no semianelamento 50% da circunferência do tronco.

Figura 3 - Seccionamento das linhas transversais no tronco das árvores de *Eucalyptus* com auxílio de motosserra (A). Árvore após a retirada da casca (B).



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

O delineamento experimental utilizado para as formas de resgate foi inteiramente casualizado com 9 repetições de uma árvore cada. Foi utilizado o esquema fatorial 9x2, sendo o fator “A” constituído pelas espécies e o fator “B” pelas duas formas de resgate.

O experimento de resgate de material vegetativo teve como variável analisada o número de brotos e a quantidade de estacas por árvore. Após o transporte de todos os galhos contabilizados, foram confeccionadas as estacas aptas para serem estakeadas, originando assim o número de estacas. As avaliações foram realizadas aos 90, 120 e 150 dias após a aplicação dos tratamentos.

4.3.2 Resgate vegetativo em função do gradiente de juvenilidade

Para a realização do experimento de resgate vegetativo em função da juvenilidade foi utilizada a espécie *Eucalyptus*

benthamii, devido a capacidade de adaptação da espécie na região Sul do Brasil e potencial madeireiro. Os tratamentos constaram do anelamento a diferentes alturas em relação ao solo, sendo: T1- anelamento ao nível do solo; T2 – anelamento a 10 cm acima do nível do solo; T3 – anelamento a 20 cm acima do nível do solo; T4 – anelamento a 50 cm acima do nível do solo (Figura 4).

Figura 4 - Tratamentos relacionados ao gradiente de juvenilidade.



Fonte: DREAMSTIME (2014), adaptada pelo autor.

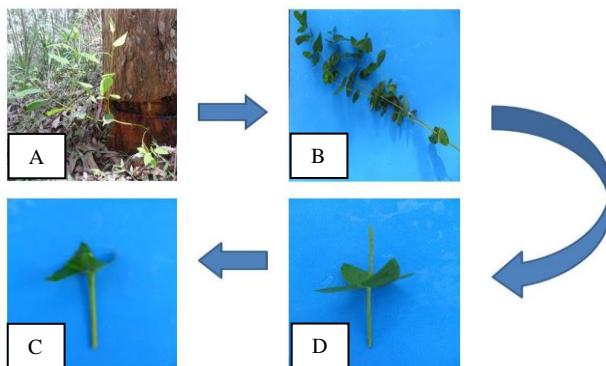
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 9 repetições de uma árvore cada. O experimento teve como variável analisada o número de brotos e a quantidade de estacas por árvore. As avaliações foram realizadas aos 60, 90 e 150 dias após a aplicação dos tratamentos. Considerou-se como broto os ramos originados na

inserção e abaixo da mesma nos troncos, assim como as estacas o material apropriado para o enraizamento.

4.3.3 Enraizamento de estacas em função das espécies e métodos de resgate/juvenilidade

As brotações coletadas (Figura 5A) foram transportadas por aproximadamente 4 horas em caixa de isopor contendo gelo ao fundo e cobertas por folhas de jornal umedecido com água para o viveiro Florestal no campus UDESC-CAV. As estacas provenientes dos tratamentos quanto à forma de resgate, juvenilidade, e anelamento (Figura 5B) foram preparadas com 8 ± 2 cm de comprimento (Figura 5C), onde as folhas foram reduzidas em 50 % de sua área total, sendo realizado um corte em bisel na porção inferior e superior (Figura 5D).

Figura 5 -Preparo das estacas de *Eucalyptus* spp. Árvore com brotação (A); Brotação retirada da árvore (B); Estaca sendo confeccionada em tamanho de +/- 8 cm (C); Estaca com tamanho ideal e 50 % das folhas reduzidas (D).



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Em seguida a região basal foi imersa por 10 segundos na solução hidroalcóolica de AIB (conforme o tratamento). As estacas posteriormente então foram colocadas para enraizar em tubetes com 110 cm³, contendo uma mistura de substrato comercial Tecnomax® e vermiculita média (1:1 v/v). As bandejas contendo os tubetes com as estacas foram acondicionadas em estufa no viveiro da UDESC – campus Lages-SC, com temperatura média de 25 a 30°C, irrigação por microaspersão com uma lâmina de 4 mm/dia, divididos em 4 horários, sendo acionada por um timer às 8h, às 11h, às 14h e às 17h (Figura 5).

O experimento de enraizamento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x2), sendo os níveis do fator “A” os métodos de resgate e o fator ‘B’ pela presença ou ausência do AIB (presença 3000 mg L⁻¹ ou ausência 0 mg L⁻¹). Foram utilizadas cinco repetições, contendo 10 estacas por repetição.

Em relação ao experimento de juvenilidade, este foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (4x2), sendo que os níveis do fator “A” se constituíram das alturas de anelamento e o fator “B” pela presença ou ausência do AIB (presença 3000 mg L⁻¹ ou ausência 0 mg L⁻¹). Foram utilizadas cinco repetições, contendo 10 estacas por repetição.

4.3.4 Avaliações

Para os experimentos de enraizamento de estacas as variáveis avaliadas na saída da casa de vegetação, 30 dias após o estaqueamento, foram: porcentagem de sobrevivência das estacas (S), porcentagem de enraizamento (E), número de raízes por estaca enraizada (NR), comprimento das três maiores raízes (C > R). Para a sobrevivência foram

consideradas estacas que apresentavam lenho vivo, folhas velhas ou brotações jovens, sendo estas enraizadas ou não.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após análise dos dados das variáveis observadas, confirmada a normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade através do teste de Bartlett, foi realizada análise de variância. Se não obtida a normalidade e homogeneidade, os dados foram transformados pela função $\sqrt{x + 0,5}$. Quando necessário, foi realizado o desdobramento das interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. 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 SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS

A análise de variância revelou diferenças significativas ($p<0,05$) entre todas as variáveis utilizadas para a seleção de espécies, mostrando potencial para seleção entre as espécies estudadas e entre as melhores procedências.

Para a variável quantitativa altura, o conjunto de espécies composta por: *E. smithii*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. badjensis* e *E. dorrigoensis*, apresentaram os melhores resultados, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 3). Estas mesmas espécies, com exceção de *E. deaney* e o híbrido entre *E. badjensis* x *E. nitenstam* também apresentaram os maiores valores de DAP e volume individual.

Tabela 3 -Média dos caracteres para as variáveis diâmetro a altura do peito (cm), altura (m), volume ($m^3/indivíduo$), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para as diferentes espécies de *Eucalyptus* aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil (Continua).

Espécie	DAP (cm)	H (m)	VOL ($m^3/indivíduo$)	SOB (%)	BIF (%)	TORT
<i>E. smithii</i>	30,7 a*	37,0 a	1,92 a	32 c	11 b	1,98 a
<i>E. dunnii</i>	30,0 a	36,9 a	1,91 a	83 a	16 a	1,83 a
<i>E. benthamii</i>	29,7 a	36,5 a	1,88 a	55b	1 b	1,10 b
<i>E. badjensis</i>	29,0 a	36,0 a	1,85 a	42 b	5 b	1,67 a
<i>E. dorrigoensis</i>	25,4 a	35,6 a	1,83 a	59 b	2 b	1,51 b

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. H: Altura; VOL: volume; SOB: Sobrevivência; BIF: bifurcação do tronco; TORT: Tortuosidade do tronco.

Tabela 3 -Média dos caracteres para as variáveis diâmetro a altura do peito (cm), altura (m), volume (m³/indivíduo), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para as diferentes espécies de *Eucalyptus* aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil (Conclusão).

	DAP (cm)	H (m)	VOL (m ³ /indivíduo)	SOB (%)	BIF (%)	TORT
<i>E. deanei</i>	23,5 a	32,9 b	1,66 b	55 b	17 a	1,58 b
<i>E. badjensis</i>	23,4 a	32,8 b	1,65 b	32 c	23 a	1,84 a
<i>x E. nitens</i>						
<i>E. viminalis</i>	22,4 b	32,8 b	1,65 b	34 c	10 b	1,91 a
<i>E. macarthurii</i>	21,1 b	31,6 b	1,57 b	54 b	5 b	2,02 a
<i>E. dalrympleana</i>	21,0 b	31,4 b	1,56 b	10 d	37 a	1,5 b
<i>E. grandis</i>	19,2 c	31,0 b	1,53 b	47 b	13 a	1,86 a
<i>E. nitens</i>	18,1 c	29,6 c	1,43 b	24 c	10 b	1,83 a
<i>E. obliqua</i>	13,6 c	27,7 c	1,32 b	13 d	20 a	2,01 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. ALT: Altura; VOL: volume; SOB: Sobrevivência; BIF: bifurcação do tronco; TORT: Tortuosidade do tronco.

E. smithii apresentou os melhores resultados para as variáveis dendrométricas, sendo elas DAP (30,7 cm), altura (37,0 m) e volume (1,92 m³/indivíduo). Entretanto, em relação à sobrevivência a espécie não se destacou apresentando apenas 32% de sobrevivência do total de árvores plantadas. Esse resultado pode ter ocorrido pela não adaptação da espécie as condições de sitio e do clima da região com temperaturas amenas e presença de geadas.

Darrow (1994) relatou a tolerância de *E. smithii* a geadas na África do Sul, apresentando 16% de mortalidade no primeiro inverno após o plantio. Da mesma forma, Schönau; Purnell (1987), destacaram o desempenho da espécie

procedente de Mt. Dromedary - NSW, Austráliaa tolerância a geadas nos primeiros anos apóos o plantio, no sudeste de Transvaal (África do Sul), região de ocorrência de geadas e temperatura média anual de 15°C.

Para as variáveis qualitativas, 11% dos indivíduos de *E. smithii* apresentaram bifurcação, e seus indivíduos apresentaram certo nível de tortuosidade (1,98). Estes danos, ou problemas, podem ser causados, principalmente pela ocorrência de geadas, pois estas, normalmente causam mortalidade dos brotos apicais, gerando brotações, ou seja, o crescimento das plantas é retomado nas partes do caule em que não houve dano por geada (SOUZA et al., 2011). Entretanto, essas duas variáveis podem ser melhoradas com menor dificuldade, uma vez que a campo é possível selecionar os indivíduos que não apresentem estas características, já que estas permanecem claramente visíveis, quer seja por tortuosidade leve a acentuada, ou pela presença de bifurcação.

Considerando-se a espécie *E. smithii*, a procedência Wilson Promontorj apresentou destaque, obtendo as maiores médias para as variáveis quantitativas analisadas (Tabela 4). Entretanto, analisando a sobrevivência foi uma das procedências que apresentou menor porcentagem de indivíduos vivos (28,8%), não diferindo da Taboaganda (21,3 %).Dentre as procedências, em relação às variáveis qualitativas, não foi observada diferença significativa.

A sobrevivência apresenta um papel importante na avaliação da adaptabilidade de espécies ou procedências do local, porém nem sempre esses resultados podem ser interpretados apenas sob essa ótica, uma vez que a mortalidade das plantas pode ser decorrente também de falhas técnicas na produção e plantio das mudas, de incêndios, e ataque de pragas como formigas cortadeiras ou doenças (ANDRADE, 1991; ARAÚJO, 1993). Como a área do estudo não apresentou avaliações nos primeiros anos apóos a implantação, não é

possível determinar qual a causa exata da mortalidade. Contudo, por se tratar de um teste de espécies, no qual foi realizado o plantio no mesmo momento, e a sobrevivência das espécies variou entre 10 e 83%, é possível supor que a principal causa de mortalidade seja o fator limitante para a região, ou seja, a geada.

Tabela 4 -Média dos caracteres para as variáveis diâmetroa altura do peito (cm), altura (m), volume($m^3/indivíduo$), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para diferentes procedências das espécies de *Eucalyptus* aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil (Continua).

Espécie/ Procedência	DAP (cm)	H (m)	VOL($m^3/indivíduo$)	SOB (%)	BIFURC (%)	TORT
<i>E. smithii</i>						
Wilson Promontorj	36,7 a*	39,9 a	2,10 a	28b	17 a	2,04 a
Taboaganda	28,7 b	36,3 b	1,87 b	21 b	15 a	1,86 a
P.C.C. SC	27,7 b	34,9 b	1,77 b	40 a	11 a	1,80 a
Austrália	26,4 b	31,7 b	1,58 b	36 a	2 a	1,58 a
<i>E. benthamii</i>						
P.C.C SC	30,5a	37,7 a	1,96 a	60 a	11 a	0,01 a
Austrália	26,6 a	34,2 a	1,73 a	51 a	20 b	0,02 a
<i>E. deanei</i>						
P.C.C SC	24,1 a	33,4 a	1,68 a	62 a	24 a	1,66 a
Manville SC	23,6 a	33,7 a	1,68 a	76 a	16 a	1,60 a
Klabin PR	21,9 a	30,9 a	1,52 a	28 b	8 a	1,39 a
<i>E. macarthuri</i>						
Austrália	21,7 a	32,3 a	1,62 a	61 a	10 a	1,83 b
Pieter Maritz	20,9 a	31,6 a	1,57 a	51 b	4 a	2,02 b
Wilson Promontorj	20,5 a	30,6 a	1,50 a	51 b	1 a	2,24 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scot-Knott ao nível de 5% de significância. H: Altura; VOL: volume; SOB:

Sobrevivência; BIFURC: bifurcação do tronco; TORT: Tortuosidade do tronco.

Tabela 4 -Média dos caracteres para as variáveis diâmetro a altura do peito (cm), altura (m), volume (m³/indivíduo), sobrevivência (%), bifurcação (%) e tortuosidade para diferentes procedências das espécies de *Eucalyptus* aos 16 anos de idade em Rio Negrinho, SC, Brasil (Conclusão).

Espécie/ Procedência	DAP (cm)	H (m)	VOL (m ³ / indivíduo)	SOB (%)	BIFURC (%)	TORT
<i>E. viminalis</i>						
Canela RS	21,3 b	31,4 b	1,55 b	26 b	6 a	1,66 a
BGND0	18,2 b	29,4 b	1,43 b	31 b	8 a	2,08 a
Nacional Campo	21,9 b	32,2 b	1,61 b	37 a	19 a	2,00 a
Manville SC	30,6 a	36,9 a	1,91 a	41 a	12 a	1,66 a

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scot-Knott ao nível de 5% de significância. ALT: Altura; VOL: volume; SOB: Sobrevivência; BIFURC: bifurcação do tronco; TORT: Tortuosidade do tronco.

A espécie *E.dunnii* é uma das espécies de destaque dentro do gênero *Eucalyptus*, sobretudo dentro da seção Maidenaria (FONSECA, 2010). Ao analisar a espécie, nota-se, que a mesma obteve bons resultados para as variáveis dendrométricas, sendo que os valores não diferiram estatisticamente das espécies citadas no grupo com os melhores resultados.

E. dunnii também apresentou destaque em relação a sobrevivência (83%) e com isso obteve o primeiro lugar no ranking de espécies potenciais, uma vez que esta classificação destaca os melhores crescimentos diamétricos, considerando as maiores sobrevivências relativas (Tabela 5). Esse fato pode ser justificado pela adaptação da espécie a regiões de clima frio e

com presença de geadas, corroborando a indicação da espécie pela Embrapa (1988), para o plantio no estado de Santa Catarina, em altitudes entre 500 e 1.000 m. Estudos realizados em diversos 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). Outra característica que pode ser relacionada a capacidade de adaptação da espécie é a baixa porcentagem de indivíduos que apresentaram bifurcação, apenas 16 % das plantas apresentaram essa característica uma vez que a bifurcação é considerada um dano a planta causado pela ocorrência da geada.

Tabela 5 - Ranking final das espécies de *Eucalyptus* spp. (DAP x Sobrevivência).

Ranking	Espécies
1º	<i>E. dunnii</i>
2º	<i>E. benthamii</i>
3º	<i>E. dorrigoensis</i>
4º	<i>E. deaney</i>
5º	<i>E. badjensis</i>
6º	<i>E. macarthurii</i>
7º	<i>E. smithii</i>
8º	<i>E. grandis</i>
9º	<i>badgensis x nitens</i>
10º	<i>E. viminalis</i>
11º	<i>E. nitens</i>
12º	<i>E. dalrympleana</i>
13º	<i>E. obliqua</i>

Fonte: Produção do próprio autor.

E. dunnii é considerada uma espécie que se destaca no Sul do Brasil, apresentando bom desenvolvimento e tolerância

a geadas. Higa et al. (1997), analisando 20 diferentes espécies de *Eucalyptus*, enquadrou *E. dunii* no grupo que apresentou maior crescimento aos nove anos de idade.

E. benthamii foi outra espécie que obteve destaque em relação as variáveis quantitativas, fazendo parte do grupo de espécies em destaque, e obtendo o segundo lugar no ranking. A espécie obteve 56% de sobrevivência dos indivíduos, não diferindo estatisticamente de *E. badjensis*, *E. dorrigoensis*, *E. deaney*, *E. macarthuriie* e *E. grandis*. Apesar de o resultado ter sido abaixo do encontrado em diversos locais da região sul, é possível destacar o potencial da espécie na adaptação a regiões de clima frio e com ocorrências de geadas. No Brasil, a Embrapa Florestas, introduziu a procedência Wentworth Falls (NSW), originária da Austrália, no município de Colombo-Paraná, e esta apresentou alta tolerância à geada, rápido crescimento, boa forma de fuste e alta homogeneidade do talhão. Esses atributos tornaram o *E. benthamii* uma excelente opção para reflorestamentos em regiões de clima frio, especialmente em localidades onde ocorre geadas frequentes e severas, como no Sul do Brasil (GRAÇA et al., 1999).

Higa e Carvalho (1990) observaram sobrevivência de 70%, DAP médio de 15 cm e altura média de 16 m, aos 45 meses de idade, em plantios de *E. benthamii* localizado no Município de Dois Vizinhos, no Sudoeste do Paraná. No estado de Santa Catarina, plantios experimentais de *E. benthamii* com dois e três anos de idade mostraram bom crescimento e tolerância à ocorrência de geadas severas e frequentes (HIGA; PEREIRA, 2003).

Ainda sobre o desenvolvimento do *E. benthamii* no Sul do Brasil, Benin (2014), cita o alto potencial da espécie no estabelecimento de reflorestamentos e suprimento de matéria-prima, devido a adaptação frente às condições climáticas encontradas nessa região. A temperatura mínima absoluta que *E. benthamii* suporta, registrada é de -6°C, temperatura essa

comumente atingida em vários municípios dos estados da região sul do país. Estes fatos justificam os bons resultados encontrados para as características qualitativas, ou seja, a espécie obteve apenas 1% dos indivíduos com bifurcação e poucas árvores apresentando tortuosidade.

Entre as procedências do *E. benthamii* não houve diferença para nenhuma das variáveis, mostrando homogeneidade entre os indivíduos das diferentes localidades de origem do material genético, sendo utilizados no estudo, material selvagem originário da Austrália e material já plantado no Sul do Brasil (PCC SC).

Da mesma forma que ao encontrado para as espécies citadas no grupo que se destacou nas variáveis quantitativas, *E. badjensis* não diferiu estatisticamente quanto DAP, altura e volume. Em relação à sobrevivência, a espécie obteve um desempenho intermediário(42 %), baixo índice de bifurcação (5,6%) e intermediária tortuosidade (1,67) (Tabela 3).

E. dorrigoensis também fez parte do grupo de espécies que não apresentou diferença para as variáveis dendrométricas. Já para sobrevivência a mesma apresentou 59 % dos seus indivíduos vivos, não diferindo estatisticamente de *E. benthamii*, *E. badjensis*, *E. deanei*, *E. macarthurie* *E. grandis*. Nota-se que a espécie obteve baixos valores de indivíduos com bifurcação no tronco (2%) e tortuosidade (1,51), fato este que demonstra bom grau de adaptação da espécie a região, uma vez que as variáveis qualitativas se destacaram, e os valores para as variáveis quantitativas não diferiram estatisticamente das espécies em destaque do grupo citado.

E. dorrigoensis tem semelhança botânica com *E. benthamii*, sendo considerada até recentemente uma subespécie (HIGA, 1999). Entretanto, a espécie é pouco estudada na América do Sul. Resultados recentes de estudos envolvendo *E. dorrigoensis* sem testes estabelecidos na América Latina e África do Sul indicam que esta espécie demonstra potencial para crescimento e tolerância ao frio, porém, em alguns sítios

foi altamente sensível ao dano por ventos fortes (ANNUAL REPORT, 2012). Em um estudo comparando diferentes espécies de *Eucalyptus*, na China, foi observado que *E. dorrigoensis* juntamente com *E. benthamii* e *E. dunnii* apresentaram comportamento semelhantes para crescimento (altura e diâmetro), no entanto, em relação a sobrevivência, apresentou um percentual inferior em relação as outras duas espécies, devido a ocorrência de geadas severas e temperaturas mínimas de até -8°C (HESHENG et al., 2003).

E. deanei não diferiu estatisticamente quanto ao DAP (23,5 cm) das espécies já citadas no grupo em destaque em relação as variáveis quantitativas. Em relação a altura (32,9 m) e volume (1,66 m³/indivíduo), a espécie apresentou comportamento semelhante ao híbrido *E. badjensis x E. nitens*, *E. viminalis*, *E. macarthurii*, *E. dalrympleana* e *E. grandis*. A espécie apresentou 17% de seus indivíduos com bifurcação no tronco e em relação a tortuosidade não diferiu das espécies que obtiveram alto índice da característica.

Dentre as procedências não foi possível verificar diferença estatística entre as variáveis dendrométricas e qualitativas. Já para a sobrevivência, os indivíduos da Klabin PR apresentaram o menor percentual, diferindo estatisticamente de P.C.C. SC e Manville SC, no qual apresentaram sobrevivência superior a 60%, mostrando potencial da espécie no plantio se realizada a escolha de material adequado.

E. macarthurii não se destacou entre o grupo das melhores espécies nas características quantitativas. Entretanto, a mesma é classificada entre as espécies mais tolerantes ao frio, podendo resistir até -10°C e mais de 80 eventos de geada ao ano (FORESTRY-GIT, 2014). Essa aptidão da espécie em resistir ao frio, não foi confirmada pela taxa de sobrevivência obtida no estudo (54%).

Para a variável quantitativa DAP, altura e volume o conjunto de procedências da espécie de *E. macarthurri* composta por: Austrália, Pieter Maritz, Wilson Promontorj, não diferiu estatisticamente entre si. Em relação a sobrevivência é possível destacar que os indivíduos oriundos do material proveniente da Austrália obtiveram maior resistência ao ambiente, obtendo maior número de árvores vivas (61%), diferindo estatisticamente das demais procedências. Para tortuosidade é possível destacar que as procedências diferiram entre si, destacando maior número de árvores bifurcadas para a Austrália e Pieter Maritz. Concomitante a isso, Wilson Promontorj obteve o menor índice de árvores tortuosas, mostrando sua adaptação a geadas com possibilidade de ampliar as pesquisas com essa procedência no Sul do Brasil.

E.viminalis não obteve no estudo bons resultados para as variáveis quantitativas e qualitativas, uma vez que para as variáveis dendométricas (DAP, H e VOL) seus resultados foram inferiores ao grupo de espécies que apresentaram os melhores resultados para estas características. Já para as variáveis qualitativas, a espécie não apresentou elevado número de indivíduos bifurcados, entretanto obteve alto índice de tortuosidade, ainda a espécie apresentou apenas 34 % de sobrevivência. Segundo Baccarin (2012), a espécie apresenta baixa taxa de crescimento, devido a isso vem sendo substituída ao longo dos anos pelo *E. benthamii*, considerado como uma boa alternativa para plantios em regiões frias, apresentando crescimento rápido.

A espécie *E.viminalis* normalmente apresenta ampla variabilidade entre procedências, o que permite a seleção de genótipos superiores para o plantio (FONSECA et al., 2010). No presente estudo, dentre as procedências analisadas, pode-se destacar a de Manville SC, a qual apresentou os melhores resultados para as variáveis quantitativas (DAP, 30,7 cm, H: 36,9 m e 1,91 m³/indivíduo). Para as variáveis qualitativas não houve diferença significativa entre as procedências, no entanto,

podemos destacar que a característica de bifurcação não foi relevante, diferente do encontrado para tortuosidade. Em relação à sobrevivência, as procedências Nacional Campo e Manville SC apresentaram os melhores resultados diferindo estatisticamente das procedências de Canela RS e BGND.

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 nos meses de setembro a outubro, o 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).

E. fastigata, *E. badjensis*, *E. muelleriana* não apresentaram indivíduos sobreviventes, demonstrando que estas não são espécies com potencial de plantio para a região, conforme os resultados do presente estudo. *E. fastigata* tem sua ocorrência natural no sudeste da Austrália, sendo considerada uma espécie tolerante ao frio, entretanto vulnerável a fortes geadas (INDUSTRY & INVESTMENT NSW, 2010). Este fato pode justificar a mortalidade dos indivíduos na região sul do país, já que é frequente a ocorrência de geadas severas na localidade no estudo. A espécie *E. badjensis*, não apresentou indivíduos vivos na região de estudo apesar de ser considerada uma espécie tolerante ao frio, tolerando temperaturas entre 0 e -4°C, e até 100 geadas por ano (EMBRAPA, 1988). Outro fator que pode ter influenciado é o nível nutricional das plantas, uma vez que a necessidade de nutrientes é diferente para cada

espécie, e esta característica é relacionada à resistência de espécies florestais aos efeitos danosos da geada.

De forma geral, existem espécies potenciais para o plantio no Sul do Brasil, apresentando tanto características qualitativas e quantitativas com potencial à seleção e multiplicação. A classificação das espécies obtida a partir da variável adimensional DAP (cm) x Sobrevivência (%) destaca os melhores crescimentos diamétricos, porém considerando as maiores sobrevivências relativas, assim as três espécies que se destacaram foram *E. dunnii*, *E. benthamiae* e *E. dorrigoensis*. Além disso, deve-se priorizar o uso de material genético adequado de espécies e procedências, que, entre outras características desejáveis, sejam tolerantes ao frio, ou que apresentem boa capacidade de rebrota, o que possibilita a regeneração dos talhões em uma eventual ocorrência de geadas mais severas, principalmente em estágios iniciais.

5.2 TRATAMENTOS DE RESGATE VEGETATIVO

5.2.1 Resgate vegetativo por técnica de anelamento e semianelamento

Não foi observada interação ($p>0,05$) entre espécie e método de resgate na avaliação aos 90 dias após aplicação dos tratamentos. Houve somente diferença entre os métodos de resgate, sendo que o método de semianelamento não apresentou qualquer indução de brotos nesse período de avaliação. Somente foi observada indução de brotos (0,39 por árvores) no tratamento utilizando anelamento completo. É importante destacar que, todas as nove espécies utilizadas nesse estudo de resgate apresentaram alguma árvore com emissão de brotações aos 90 dias, demonstrando potencial de resgate sem a necessidade de decepa (Tabela 6).

Tabela 6 - Resgate de árvores selecionadas de *Eucalyptus* spp. poranelamento e semi-anelamento de caule aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.

Espécie	Método de resgate	Número de brotações/árvore		
		90 Dias	120 Dias	150 Dias
<i>E. smithii</i>	Anelamento	0,11	0,67 aB	0 aC*
	Semi-anelamento	0	0 b	0 a
<i>E. dunnii</i>	Anelamento	0,16	0,11a B	0 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0 a
<i>E. benthamii</i>	Anelamento	0,67	2,55 aA	2,88 aA
	Semi-anelamento	0	0 b	0 b
<i>E. dorrigoensis</i>	Anelamento	0,05	0,22 aB	0,22 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0 a
<i>E. deanei</i>	Anelamento	0,27	0,67 aB	0,88 aB
	Semi-anelamento	0	0 b	0 b
<i>E. grandis</i>	Anelamento	0,16	0,11aB	0,11 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0a
<i>E. viminalis</i>	Anelamento	0,11	0 aB	0 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0a
<i>E. macarthurii</i>	Anelamento	0,05	0 aB	0 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0 a
<i>E. nitens</i>	Anelamento	0,16	0 aB	0 aC
	Semi-anelamento	0	0 a	0 a

* Letras maiúsculas diferentes (coluna) referem-se a diferença significativa entre espécies (120 e 150 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.

Os brotos normalmente são originados por gemas que podem estar dormentes desde a formação do tronco ou galhos, ou ainda, serem produto de uma morfogênese, quando ocorre uma transformação de células do câmbio (RAST et al., 1988).

Neste caso, na avaliação aos 90 dias como as árvores do estudo tinham 15 anos de idade, a espessura da casca verificada na linha do anel, pode ter, inicialmente, interferido no ritmo de emergência dos brotos. Com o passar do tempo e a alteração dos níveis endógenos dos componentes químicos envolvidos, dentre eles os reguladores de crescimento (auxina/citocinina) (FACHINELLI et al., 1995), foi possível verificar a indução das brotações nas árvores selecionadas.

A técnica de anelamento aumenta a concentração de substâncias promotoras de brotações como as citocininas, após o anel de casca retirado, acompanhado pela redução da concentração de auxina neste ponto, causando desbalanço entre auxina/citocinina. Esta mudança de concentração dos reguladores de crescimento leva a uma atividade do meristema apical, causando o alongamento das gemas dormentes abaixo do anelamento (ZIMMERMANN; BROWN, 1974). Assim, com a junção dos fatores, foi possível verificar nas avaliações seguintes a indução das brotações nas árvores.

As avaliações realizadas aos 120 e 150 dias mostraram que houve interação ($p<0,05$) entre os fatores das variáveis avaliadas. *E.benthamii* apresentou brotações nas três avaliações, além de ser a espécie que mais obteve brotações, com uma produção crescente de propágulos com o passar dos dias. Seguida por *E. deanei*, que apresentou um acréscimo de produção com o passar das avaliações. A crescente produção de propágulos pode ser justificada pelo aumento das temperaturas e maior incidência de luz no talhão, fatores que influenciam fisiologicamente a planta, fazendo com que as gemas dormentes sejam ativadas, já que a segunda e terceira coleta ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro respectivamente.

E. grandis apresentou diferença estatística para os métodos de resgate aos 120 e 150 dias, sendo evidenciado a indução de brotações para a técnica de anelamento. Resultado semelhante fora encontrado para *E.dorrigoensis*, no qual a técnica de anelamento prevaleceu sobre o semi-anelamento.

E. smithii apresentou um acréscimo nos valores de brotações comparando as avaliações de 90 e 120 dias, entretanto para 150 dias não obteve brotações. Esse fato pode ser justificado pela cicatrização do local do anelamento e a morte de alguns brotos ainda tenros e pouco desenvolvidos, diminuindo assim o número de brotações de uma avaliação para a outra. Resultado semelhante foi encontrado por Pereira et al. (2015), no qual a redução na produção de brotações na terceira coleta ocorreuem razão provavelmente da redução metabólica e fisiológica das plantas, e da cicatrização da parte anelada e semianelada, bem como da redução do vigor após as primeiras coletas de brotações.

Algumas espécies apresentaram decréscimo na produção de brotações, como *E.viminalis*, *E.macarthuri*, *E. nitens* que a partir da segunda coleta (120 dias) não apresentaram mais brotações. Considerando-se que as espécies estão sob condições edafoclimáticas e experimentais semelhantes, possivelmente as variações no número de brotações, advêm de diferenças genéticas, cicatrização da parte anelada e semianelada, competição por água, nutrientes, espaço e luz entre as brotações no decorrer do tempo.

Segundo 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 e a espessura e a profundidade do corte, assim como o enraizamento adventício é função de fatores genéticos, fisiológicos e entre outros.

Os resultados encontrados em relação ao maior número de brotações nas árvores onde foi realizado o seccionamento total, corroboram com os encontrados por Santin et al (2008), no seu estudo sobre indução de brotações em erva-mate. Os autores obtiveram maior percentual de árvores brotadas (83%) e maior número de brotos com a remoção de 70% da copa juntamente com o anelamento. Em *Eucalyptus cloeziana*, as técnicas de anelamento e resgate por galhos podados

mostraram-se eficientes na emissão de brotações, entretanto as brotações oriundas das cepas das árvores mostraram-se mais viáveis tanto pelo maior número de brotações emitidas, quanto pela sua capacidade de enraizamento (Almeida et al., 2007).

Não ocorreu morte de árvores em nenhum dos tratamentos de resgate, evidenciando que o resgate vegetativo em função do anelamento das árvores selecionadas mostrou ser uma técnica eficiente na indução de brotações epicórnicas de árvores na maioria das espécies de *Eucalyptus* spp. estudada.

O número de estacas apresentou diferença estatística ($p<0,05$) em função da espécie em todos os períodos de coleta. O número de estacas somente foi contabilizado para o método de anelamento, uma vez que nas árvores onde foi realizado o semi-anelamento, as mesmas não apresentaram brotações e consequentemente não se obteve estacas. Para avaliação aos 90 dias, *E. benthamii* apresentou maior número de estacas (Tabela 7) diferindo estatisticamente das demais espécies. Já *E. smithii*, *E. dunni*, *E. dorrigoensis*, *E. deanei* e *E. grandis* não apresentaram diferença estatística entre as mesmas.

Na avaliação aos 120 dias, novamente *E. benthamii* se destacou das demais, seguido por *E. deanei*. Já *E. dunni*, *E. dorrigoensis* e *E. grandis* não apresentaram diferença entre si. Concomitante ao encontrado nas avaliações anteriores aos 150 dias *E. benthamii* novamente obteve os melhores resultados, evidenciando seu potencial de rebrota e formação de estacas, uma vez que o número de estacas é mais importante que o número de brotos, já que são as estacas o material a ser enraizado e propagado.

Tabela 7 –Número médio de estacas produzidas oriundas de brotações de diferentes espécies de *Eucalyptus* spp. aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.

Espécie	Número de estacas/árvore		
	90 Dias	120 Dias	150 Dias
Pr>Fc	0,00	0,00	0,00
<i>E. smithii</i>	1,25 b	4,0 c	3,33 c
<i>E. dunnii</i>	0,78 b	2,66 d	2,67 c
<i>E. benthamii</i>	3,55 a	24,44 a	11,55 a
<i>E. dorriegoensis</i>	1,0 b	2,44 d	0 d
<i>E. deanei</i>	1,0 b	8,88 b	4,44 b
<i>E. grandis</i>	0,67 b	2,22 d	2,22 c
<i>E. viminalis</i>	0,44 c	0 e	0 d
<i>E. macarthurii</i>	0,33 c	0 e	0 d
<i>E. nitens</i>	0 c	0 e	0 d

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

A sobrevivência e o enraizamento das estacas coletadas foram avaliados somente nas espécies que proporcionaram material suficiente (*E. grandis*, *E. deanei* e *E. benthamii*) (Tabela 8). Somente no material coletado aos 150 dias houve sobrevivência de 5% das estacas de *E. deanei*, apresentando o enraizamento em todas as estacas que apresentaram sobrevivência (5%). Apesar dos baixos resultados encontrados para enraizamento das estacas oriundas de árvores adultas, os mesmos não diferem de muitos outros materiais genéticos colocados para enraizamento, pois o gênero *Eucalyptus*, pode apresentar grande variação quanto ao porcentual de enraizamento, podendo este variar de 0 a 100 % (HIGASHI et al., 2000). Resultados semelhantes a este estudo foram encontrados por Almeida et al. (2007) em *Eucalyptus*

cloeziana, onde as estacas extraídas das brotações oriundas de anelamento não responderam ao enraizamento adventício.

Tabela 8 - Valores de sobrevivência após 30 dias de estacas coletadas aos 90, 120 e 150 dias e enraizamento das estacas na casa de vegetação, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) em estacas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus deanei* e *Eucalyptus benthamii* com 15 anos de idade.

Espécie	Dosagem de AIB (mg L ⁻¹)	Características avaliadas			
		SOB (90)	SOB (120)	SOB (%) (150)	ECV
Pr>Fc					0,028
					1
<i>E. grandis</i>	0	0	0	0 b	0 b*
	3000	0	0	0 b	0 b
<i>E. deanei</i>	0	0	0	0 b	0 b
	3000	0	0	5 a	0,33 a
<i>E. benthamii</i>	0	0	0	0 b	0 b
	3000	0	0	0 b	0 b

* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. SOB: Sobrevivência, ECV: Enraizamento na cada de vegetação.

O principal fator da baixa taxa de sobrevivência e enraizamento está no efeito da idade ontogênica e o vigor fisiológico das estacas, visto que a coleta das brotações ocorreu em árvores com 15 anos de idade. Na fase adulta das plantas observa-se um acentuado decréscimo na capacidade de propagação dos materiais genéticos. A transição da fase juvenil para adulta é acompanhada de várias modificações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas nas espécies florestais, 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 e 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).

Outro fator que pode ter causado a grande mortalidade das estacas foi o longo período entre a coleta e o estaqueamento destas, uma vez que foram mantidas em um ambiente úmido, a fim de evitar a perda excessiva de água das mesmas. Assim, foi provocado um ambiente com excesso de água, reduzindo a aeração do meio, a qual pode ter levado a uma condição anaeróbica causando a morte das estacas antes mesmo delas terem sido acondicionadas no substrato. Assis; Teixeira (1998) reforçam que, em espécies de difícil enraizamento, além do balanço hormonal, o estado fisiológico do propágulo vegetativo influencia a rizogênese, e este pode ser influenciado pela época do ano em que o material é coletado, aspectos nutricionais das brotações, vigor vegetativo e um fator que merece atenção a turgidez dos propágulos, uma vez que a árvore selecionada está no campo, muitas vezes distante do viveiro (MELO, 2012).

É notável a dificuldade de enraizamento de estacas de algumas espécies de eucalipto, uma vez que o processo de enraizamento envolve a participação de diversos fatores relacionados à planta como também ao ambiente (GONTIJO et al., 2003), entretanto se forem fornecidas condições e fatores ótimos para o enraizamento das mesmas esta dificuldade pode ser superada (OLIVEIRA, 2000).

Das espécies testadas no enraizamento, somente *E. deanei* apresentou sobrevivência e enraizamento, e exclusivamente fazendo-se o uso de AIB (3.000 mg L⁻¹). Efeitos mais significativos do uso de AIB em miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* com dificuldades de enraizamento também foram observados nas concentrações de

1000 e 2000 mg L⁻¹ por Wendling;Xavier (2005). Resultado semelhante foi encontrado por Titon (2003) em diferentes clones de *Eucalyptus*, no qual o autor observou aumento nos índices de enraizamento e sobrevivência das miniestacas com maior eficiência nas doses entre 1.000 e 2.000 mg L⁻¹. Em miniestacas de clones de *E. cloeziana*, os melhores resultados corresponderam às concentrações entre 1500 a 3000 mg L⁻¹ de AIB, não sendo observado efeito do ANA no enraizamento dos mesmos (ALMEIDA et al., 2007).

Diante do exposto, é possível concluir que a idade ontogenética das plantas influenciou diretamente nos resultados encontrados para enraizamento, pois uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas é a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento de estacas, uma vez que foi encontrando grande variação na porcentagem de enraizamento. Também, o material das espécies pesquisadas é classificado como difícil de enraizar, uma vez que a exceção de *E. deanei* as demais espécies não apresentaram enraizamento, mesmo com a aplicação de regulador vegetal e segundo a classificação de Hartmann et al. (2002) nesse caso, 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.

5.2.1 Tratamentos de resgate em função do grau de juvenilidade

Houve interação entre a altura da incisão e a forma de resgate vegetativo (semianelamento e anelamento) somente nas avaliações aos 120 e 150 dias (Tabela 9). Também houve maior produção de brotações nestas duas avaliações. Semelhante ao encontrado nas outras espécies de eucalipto do

estudo, *E. benthamii* não apresentou brotações para a forma de resgate semi-anelamento.

Tabela 9 – Número de brotações em função de diferentes alturas da incisão e tipos de resgate vegetativo de *Eucalyptus benthamii* aos 15 anos de idade em Rio Negrinho-SC, 2015.

Alturas	Resgate vegetativo	Número de brotações		
		90 Dias	120 Dias	150 Dias
Pr>Fc	0,1670			
Nível do solo	Anelamento	0	0aC	0,2 aB *
	Semianelamento	0	0 aC	0 aB
10 cm	Anelamento	0	0,4 aC	0 aB
	Semianelamento	0	0 aC	0 aB
20 cm	Anelamento	0,3	1,2 aB	2,9 aA
	Semianelamento	0	0bC	0bB
50 cm	Anelamento	0,9	3,2 aA	3 aA
	Semianelamento	0	0bC	0bB

* Letras maiúsculas diferentes (coluna) referem-se a diferença significativa entre altura de incisão no tronco (120 e 150 dias) e letras minúsculas diferentes (coluna) referem-se a diferença significativa entre o método de resgate dentro de cada uma das alturas de incisão no tronco a 5 % pelo teste de Scott-Knott.

A altura a 50 cm do solo foi a que apresentou maior número de brotações comparada as demais três avaliações, esse fato pode ser justificado pela maior incidência de luz, fator determinante na produção de brotações, e desenvolvimento fisiológico das plantas.

A presença de brotações basais em árvores maduras, pode ser explicada de acordo com HARTMANN et al. (2002) é devido as gemas das regiões mais basais do caule se formaram

num período mais próximo à germinação da semente, o que torna aquela região mais juvenil, assim, na altura a 50 cm de solo, ocorreu maior número de brotações comparado as demais alturas devido a maior presença de gemas dormentes, uma vez que o comprimento do caule é maior.

Em relação ao número de estacas (Tabela 10) houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as alturas de anelamento, pois não houve brotações nas árvores realizadas a técnica de semi-anelamento. Em todas as avaliações realizadas obtiveram-se estacas somente nas alturas de 20 e 50 cm acima do solo.

Pode-se notar em relação à altura de 20 cm que houve um acréscimo na produção de estacas aos 120 dias, e após 30 dias um decréscimo. Já para a altura de 50 cm, a mesma obteve um maior número de estacas nas três avaliações, semelhante ao resultado referente ao número de brotações, esse fato deve principalmente a variabilidade genética. O número de estacas é variável, uma vez que nem sempre é utilizada a brotação inteira para formar uma estaca, devido ao diâmetro da brotação e a lignificação.

Destaca-se como um dos maiores problemas relacionados à estaquia, a obtenção de brotos que apresentam competência a rizogênese. Essas características estão diretamente relacionadas com a origem genética da planta-mãe 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).

Tabela 10 -Número de estacas de *E.benthamii* em diferentes alturas aos 15 anos de idade em Rio Negrinho, SC.

Alturas	Número de estacas		
	90 Dias	120 Dias	150 Dias
Pr>Fc	0,00	0,00	0,00
Nível do solo	0,0 c	0,0 c	0,0 c*
10 cm	0,0 c	0,0 c	0,0 c
20 cm	1,33 b	9,77 b	5,33 b
50 cm	2,22 a	14,8 a	6,22 a

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

Apesar das brotações em que foram confeccionadas as estacas serem retiradas próximas a região basal da árvore, não houve sobrevivência e consequentemente enraizamento de nenhuma estaca, independente da altura da incisão para o anelamento ou semianelamento. O fator decisivo neste caso é a elevada idade das árvores, que é fator limitante à silvicultura clonal.

Um possível efeito dos baixos índices de enraizamento observado em espécies de *Eucalyptus* subtropicais, segundo Assis; Mafia (2007), 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. A exemplo, essa característica pode ser observada para as espécies de *E. nitens*, *E. regans* (ELDRIDGE et al., 1994) e *E. benthamii* (GRAÇA et al., 1999), as quais são difíceis de enraizar se comparadas com espécies de clima tropical, como o *E. grandis*, *E. urophylla* e seus híbridos (ASSIS; MAFIA, 2007), que possuem silvicultura clonal já estabelecida em grande escala existem espécies consideradas de difícil.

Esses dados comprovam que o *E. benthamii* apresenta potencial em emitir brotações em quantidade satisfatória para serem utilizadas para as técnicas de propagação, entretanto, há necessidades de pesquisas em relação ao rejuvenescimento em favor da capacidade rizogênica, uma vez que o material coletado não apresentou enraizamento e corroboram com os encontrados por Baccarin (2012) em que a espécie apresentou número satisfatório de brotações aos 11 anos de idade. Além de que a espécie não apresenta protocolo eficiente para a obtenção em larga escala de mudas clonais.

CONCLUSÕES

As espécies potencias em relação às variáveis quantitativas foram: *E. smithii*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. badjensis* e *E. dorrigoensis*. Já para as variáveis qualitativas pode-se destacar *E. benthamii* e *E. badjensis*, *E. dorrigoensis* e *E. macarthurii*. Desta forma, levando em consideração as variáveis quantitativas e qualitativas, assim como o ranking utilizado para selecionar as melhores espécies, as três espécies que se destacaram foram *E. dunnii*, *E. benthamii* e *E. dorrigoensis*.

Em relação às procedências das espécies, para *E. smithii* a procedência escolhida foi Wilson Promontorj, para *E. benthamii* a Austrália, assim como para *E. deanei* e *E. viminalis* procedência Manville SC, e para *E. macarthurii* Pieter Maritz.

Dentre os métodos de resgate vegetativo testados (anelamento e semi-anelamento), a anelamento apresentou melhores resultados de emissão de brotações.

Para a sobrevivência e o enraizamento dos propágulos torna-se necessário novos estudos uma vez que apenas *E. deanei* obteve material enraizado com a utilização de AIB na concentração de 3.000 mg L⁻¹.

Quanto à emissão de brotos em função do grau de juvenilidade para *E. benthamii*, recomenda-se realizar a incisão nas árvores na altura de 20 e 50 cm acima do solo, e a realização de novos estudos pois não obteve-se sobrevivência e consequentemente, enraizamento das estacas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A.C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

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

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

ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, 2013. p. 711-728.

ANDRADE, H. B. **Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus L'Héritier* (Myrtaceae) nas Regiões Norte e Noroeste do Estado de Minas Gerais.** 1991. 105 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.

ANNUAL REPORT International Tree Breeding and Conservation. Disponível em:

<http://www.camcore.org/publications/annualReport.php>.
Acesso em: 04nove.2015.

ARAUJÓ, M. S. **Avaliação de espécies e procedências de eucalipto na região de Imbuzeiro – PB.** 1993.75 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1993.

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.; TEIXERA, S.L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformações genéticas de plantas**. Brasília: EMBRAPA, 1998. V.A, p.261-296.

AUSTRÁLIA-PLANTS. *Eucalyptus oblique*. Disponível em: http://www.australiaplants.com/Eucalyptus_obliqua.htm. Acesso em: 07 jul. 2014.

BACCARIN, F.J.B. **Métodos para resgate, conservação e multiplicação em larga escala de matrizes de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BENIN, C.C. **Efeito do espaçamento na produção, variáveis dendrométricas e propriedades da madeira de *Eucalyptus benthamii***. 2014. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati., 2014.

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

BOLIANI, A.C. **Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas**. 1986. 121 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1986.

BRACELPA, 2014. Eucalipto. Disponível em: <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>. Acesso em 06 jul. 2014.

- BRONDANI, G. E. et al. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii*: efeito do genótipo, AIB, zinco, boro e coletas de brotações. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 147-156, jul./set. 2014.
- DARROW, W.K. **Species trials of frost-tolerant eucalypts in the summer-rainfall zone of South Africa**. Institute Commercial Forestry Research Newsletter, Pietermaritzburg, p. 8-12, 1994.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.K. Introdução de novas técnicas na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.226-228, 1983.
- CHAPMAN, D. J. Consider softwood cuttings for tree propagation. **American Nurseryman**. Rochester, v. 15, p.45-49, 1989.
- DAF - Department of Agriculture and Food. **Yellow stringybark - Eucalyptus muelleriana**. Disponível em: http://archive.agric.wa.gov.au/PC_92557.html?s=1001. Acesso em: 07 jul.2014.
- DELWAULLE, J.C.; LAPLACE, Y.; QUILLET, G. Production massive de boutures d. *Eucalyptus* en République Populaire du Congo. **Silvicultura**, v.8, n.32, p.779-81, 1983.
- 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.
- DREAMSTIME. **Árvore de eucalipto isolada no fundo branco**. Disponível em: <http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-%C3%A1rvore-de-eucalipto-isolada-no-fundo-branco-image39490420>. Acesso em: 07 jul.2014.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.
Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná. Curitiba, 1986. 89 p. (Documentos, 17). 1986.

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 SC S.A. – EPAGRI / CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA - CIRAM. **Zoneamento Agroecológico.** Disponível em: <<http://ciram.epagri.rct-sc.br/portal/website/index.jsp?url=jsp/agricultura/zoneAgroecologico.jsp&tipo=agricultura>>. Acesso em: 20 maio2014.

EOL. *Eucalyptus dalrympleana*. Disponível em: <http://eol.org/pages/630198/details>. Acesso em 07jul.2014.

FACHINELLO, J.C. **Efeito morfofisiológico do anelamento no enraizamento de estacas lenhosas de macieira cultivar malling-merton.** 1986. 93 f. Tese(Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

FACHINELLO, J.C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 2.ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 179 p.

EMBRAPA Zoneamento Ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina. Curitiba, 1988. 30 p.

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.; MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. **IPEF**, Piracicaba, n. 10, p. 17-37,1975.

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

FORESTRY – GIT. Eucalyptus macarthurii. Camden Woollybutt Highland Forests in North western Iberia. Disponível em: <http://git-forestry.com/EucalyptHighlandForests02.htm>. Acesso em: 02 nov.2015.

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. **Capacidade de rebrota e de enraizamento de Eucalyptus benthamii**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p. 135-138, 1999.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M.; PELLERIN, J.R.G.M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundaçāo: estudo de caso do município de Rio Negrinho – SC. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.

GONTIJO, T. C. A. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, ago. 2003.

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

HARRAND, L., MARCÓ, M.A. Investigación hacia el desarrollo de material genético tolerante al frio. **Anais.. XXVI - Jornadas Forestales de entre Ríos**. Concórdia, Outubro, 2012.

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

HESHENG, L. et al. **Review of Cold-Tolerant Eucalyptus Improvement in Fujian Province.** In: Proceedings of the ACIAR international conference No. 111, Eucalypts in Asia, Turnbull, J.W., April 7-11, 2003. Zhanjiang, Guangdong, People's Republic of China. 117-122.

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.

HIGA, R.C.V. Aspectos ecológicos e silviculturais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Boletim de Pesquisa Florestal.** v. 38: p. 121-123, 1999.

HIGA, R. C.V. HIGA, A. R., ALVES, E.C.A. *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch Espécie Potencial para Produção de Madeira e Óleos Essenciais no Sul do Brasil. Colombo – PR, (Comunicado Técnico, n.65). 2002.

HIGA R.C.V, PEREIRA J.C.D. **Usos potenciais do Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage.** Colombo: Embrapa Florestas; 2003.

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. INDUSTRY & INVESTMENT NSW, *Eucalyptus fastigata*. Disponível em:
http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/368144/Eucalyptus-fastigata.pdf. Acesso em: 10 out.2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2015.** Disponível em: <http://www.iba.org/pt/biblioteca-iba/publicacoes>. Acesso em: 02 out.2015.

MELO, L.A. Seleção e resgate de árvores superiores de Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish). 2012.165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

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

MOURA, V.P.G.; OLIVEIRA, J.B.; VIEIRA, V.M. Avaliação de Procedências de *Eucalyptus brassiana* S.T. Blake, em Planaltina-DF, Região de Cerrado. **Revista do IPEF**, Piracicaba, v.48, abril, 1995.

NSW, 2010. *Eucalyptus fastigata*. Disponível em: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/368144/Eucalyptus-fastigata.pdf. Acesso em: 09 maio. 2014.

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).

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.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii* no estado do Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 7p. (Comunicado Técnico, 141).

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A. **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná.** Colombo: Embrapa Florestas - CNPF, 2006. 45 p. (Documentos, 129).

PEREIRA, M. de O. et al. Resgate vegetativo e propagação de cedro-australiano por estacaia. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.4, p.282-289, abr. 2015.

PRYOR, L.D. - **The biology of Eucalypts.** London, Edward Arnold, 1976. 82p.

QUIQUI, E.M; MARTINS, S.S.; SHIMIZU, J.Y. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 5, p. 1173-1177, 2001.

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

RESENDE, M. D. et al. **Seleção recorrente e o melhoramento genético do eucalipto no Brasil.** In: IV Simpósio de Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas.

ROSADO, A. M. et al. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.7, p.964-971, jul. 2012.

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, P. E. T. dos. O uso da clonagem na silvicultura intensa. **Revista Silvicultura**. São Paulo, v.15, p.28-30, 1994.

SCHÖNAU, A.P.G.; PURNELL, R.C. A different approach to site evaluation and some preliminary results. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n.141, p. 19-25, 1987.

SUDARIC, A.; SIMIC, D.; VRATARIC, M. Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of southeast Europe. **Plant Breeding**, v.125 p.191-194, 2005.

SILVA, F. P. et al. Avaliação do desempenho inicial de procedências de *Eucalyptus tereticornis* Smith. no Vale do Rio Doce – MG. **Revista Ciência Agronomica**, Fortaleza, v.38, n.3, p.270-275, Jul.-Set., 2007.

TITON, M. et al. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.1-7, 2003.

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

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

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. ; 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.

APÊNDICE

Tabela 11 - Análise de variância para as variáveis observadas na seleção das espécies de *Eucalyptus*. Rio Negrinho, SC, 2015.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Sobrevivência					
Espécie	13	61,293	4,714	22,1	0
Erro	2201	471,49	0,2101		
Total	2214	532,7837			
DAP (cm)					
Espécie	12	16.248,40	1.354,03	11,41	0
Erro	879	104.298,17	118,65		
Total	891	120546,58			
Altura (m)					
Espécie	12	5612,93	467,74	11,58	0
Erro	879	35475,85	40,35		
Total	891	41088,79			
Volume (m³/indivíduo)					
Espécie	12	23,1	1,92	11,64	0
Erro	879	145,36	0,16		
Total	891				
Bifurcação					
Espécie	12	3,41	0,28	3,13	0,0002
Erro	879	79,88	0,09		
Total	891				
Tortuosidade					
Espécie	12	65,96	5,49	10,29	0
Erro	879	469,2	0,53		
Total	891				

GL= graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados; QM= quadrados médios; Fc: Valor de F calculado; P>F=probabilidade do teste F.

Tabela 12 - Valores de Pr>Fc observadas na seleção das procedências de *Eucalyptus* de Rio Negrinho-SC, 2015.

ESPÉCIE/PROCEDÊNCIA	Pr>Fc
<i>E. smithii</i>	
DAP (cm)	0,0113
H (m)	0,084
VOL (m ³ /indivíduo)	0,098
SOB (%)	0,002
BIFURC (%)	0,1676
TORT	0,3005
<i>E. benthamii</i>	
DAP (cm)	0,1604
H (m)	0,0651
VOL (m ³ /indivíduo)	0,0644
SOB (%)	0,2863
BIFURC (%)	0,2863
TORT	0,0073
<i>E. macarthurii</i>	
DAP (cm)	0,8317
H (m)	0,3707
VOL (m ³ /indivíduo)	0,3702
SOB (%)	0,3414
BIFURC (%)	0,0917
TORT	0,0281
<i>E. deanei</i>	
DAP (cm)	0,7452
H (m)	0,231
VOL (m ³ /indivíduo)	0,2336

SOB (%)	
BIFURC (%)	0,2656
TORT	0,3543
<i>E. viminalis</i>	
DAP (cm)	0
H (m)	0
VOL (m ³ /indivíduo)	0
SOB (%)	0,1799
BIFURC (%)	0,4253
TORT	0,1102

Tabela 13 -Análise de variância do número de brotações de *Eucalyptus benthamii*. Rio Negrinho, SC, 2015.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Número de estacas - 90 Dias					
Altura	3	5,4	1,8	1,8	0,167
Resgate	1	3,6	3,6	3,6	0,066
Altura*Resgate	3	5,4	1,8	1,8	0,167
Erro	32	32	1		
Número de estacas - 120 Dias					
Altura	3	15,275	5,09	4,073	0,0147
Resgate	1	13,225	13,225	10,58	0,0027
Altura*Resgate	3	15,275	5,091	4,073	0,0147
Erro	32	40	1,25		
Número de estacas - 150 Dias					
Altura	3	15,7	5,233	3,578	0,0244
Resgate	1	16,9	16,9	11,556	0,0018
Altura*Resgate	3	15,7	5,233	3,578	0,0244

