



**RODOLFO SOARES DE ALMEIDA**

**ADAPTAÇÃO E SELEÇÃO DE MATRIZES EM UM TESTE  
DE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS DE EUCALIPTO**

**LAVRAS –MG  
2019**

**RODOLFO SOARES DE ALMEIDA**

**ADAPTAÇÃO E SELEÇÃO DE MATRIZES EM UM TESTE DE ESPÉCIES E  
PROCEDÊNCIAS DE EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal para a obtenção do título de “Mestre”.

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Almeida, Rodolfo Soares de.

Adaptação e seleção de matrizes em um teste de espécies e  
procedências de eucalipto / Rodolfo Soares de Almeida. - 2019.

67 p. : il.

Orientador(a): Lucas Amaral de Melo.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Melhoramento genético. 2. Introdução de espécies. 3. Seleção  
de matrizes. I. Melo, Lucas Amaral de. II. Título.

**RODOLFO SOARES DE ALMEIDA**

**ADAPTAÇÃO E SELEÇÃO DE MATRIZES EM UM TESTE DE ESPÉCIES E  
PROCEDÊNCIAS DE EUCALIPTO**

**ADAPTATION AND SELECTION OF MOTHER TREES IN A TEST OF SPECIES  
AND PROVENANCES OF EUCALYPTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADO em 20 fevereiro de 2019.

Dr. Lucas Amaral de Melo UFLA

Dr. Otávio Camargo Campoe UFLA

Dr. Evandro Novaes UFLA

Dr. Régis Pereira Venturin EPAMIG

Prof. Dr. Lucas Amaral de Melo

Orientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

*Dedico este trabalho a minha amorosa família  
por todo apoio e carinho dedicados a mim  
em especial a meus pais Francisco e Débora  
por serem exemplos permanentes de perseverança  
e amor incondicional e ao meu filho Théo  
por ser a minha maior inspiração de um futuro melhor  
e pôr fim a todos aqueles que possam se beneficiar dos frutos deste trabalho*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus e aos bons companheiros espirituais, pela iluminação, proteção e inspiração em todas as vicissitudes experienciadas na minha caminhada terrestre.

À meus familiares pelo apoio, dedicação e carinho dedicados a mim, em especial meus pais Francisco e Débora por serem pais excepcionais e ao meu filho Théo por ser minha maior fonte de motivação.

À Universidade Federal de Lavras em especial ao Departamento de Ciências Florestais pela infraestrutura e apoio ao desenvolvimento das atividades.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pela concessão da bolsa.

Ao corpo docente, dos Programas de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Genética e Fitotecnia, sempre atualizado e competente, responsável pela minha formação acadêmica, profissional e pessoal; em especial na figura dos professores José Airton, Flávia Gonçalves e José Márcio.

Ao professor Lucas Amaral de Melo, orientador e amigo que me presenteou com este desafiador trabalho de resgate de informações e que muito me enriqueceu com sua execução. Agradeço a oportunidade de ser seu orientado e por ser um exemplo de profissional a ser seguido e copiado.

Ao corpo técnico administrativo, em especial ao Matheus e José Pedro (Zé Pedro) pelo apoio às atividades de campo e a Roseli (Rose) pelas sempre animadas brincadeiras e conversas.

Aos graduandos e pós-graduandos que me auxiliaram em diversas etapas deste trabalho, em especial aos amigos de laboratório Erick, Oclízio e Geisa pelos valorosos momentos de apoio e amizade.

Ao Núcleo de Estudos em Silvicultura (NES) pelas ricas discussões e oportunidades de crescimento, bem como a felicidade de encontrar bons amigos e companheiros de trabalho. Em especial aos amigos Alana e Elvis por me auxiliarem nos levantamentos de campo enfrentando as aranhas!

Por fim, agradeço a todos amigos e colegas que contribuíram de forma direta ou indireta na conclusão desta etapa.

*“O saber a gente aprende com os mestres e os livros.*

*A sabedoria, se aprende é com a vida e com os humildes.”*

*(Cora Coralina)*

## RESUMO GERAL

Os testes de introdução de espécies e procedências realizados entre as décadas de 1970 e 1980 auxiliaram no desenvolvimento da eucaliptocultura brasileira. Este trabalho teve como objetivos a identificação do potencial de diferentes espécies e procedências do gênero *Corymbia* e *Eucalyptus* para a região de Lavras-MG, a averiguação da existência de variabilidade genética para o início de um programa de melhoramento e a seleção de indivíduos superiores para a coleta de sementes e propágulos para a implantação de um pomar de produção de sementes melhoradas e futuros testes de espécies e progênies. A coleção de espécies está localizada em Lavras-MG e é oriunda de um teste de espécies e procedências de eucaliptos implantado no ano de 1974, proveniente do Programa de Introdução e Reintrodução de Espécies de Eucalipto e seus Gêneros organizada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) contendo originalmente 27 espécies de diversas procedências da Oceania. Para a identificação do potencial de adaptação das espécies, foi realizado um censo no ano de 2018 contabilizando a sobrevivência, diâmetro à altura do peito (DAP) e área seccional (g). A caracterização da comunidade foi realizada através da estatística descritiva, sendo apresentadas as estruturas diamétrica e de área seccional da comunidade e por espécie. A seleção das matrizes restringiu-se às espécies que melhor se adaptaram à região de Lavras. Estabeleceu-se o critério de dez matrizes por espécie, sendo, portanto, as intensidades de seleção diferentes para cada espécie. A seleção foi realizada segundo o DAP através do método massal e auxiliada por modelo computacional em delineamento de linha e coluna. A comparação dos métodos foi realizada segundo a correlação de Spearman e através dos parâmetros: diferencial de seleção, ganho de seleção e predição de nova média para o caráter. As espécies *Corymbia intermedia*, *Eucalyptus phaeotricha*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus acmenoides* se destacam como potenciais para a região de Lavras aos 44 anos de idade. Dentre as procedências destacam-se a *Corymbia citriodora* (102608) de Heberton, *C. intermedia* (7146) de Brisbane, a *Corymbia maculata* (6169) de Brisbane, a *Corymbia torelliana* (4) de Atherton, as *E. grandis* das procedências de Bellthorpe (10696), Coff's Harbour (9753) e Kygole (9535), a *E. phaeotricha* (9782) de Atherton, e as procedências de *E. pilularis* de Cassino (9463), Beerburum (34) e Brisbane (37), as quais apresentaram sobrevivências acima de 60%. Existe um elevado coeficiente de variação genética para o DAP, variando de 10% a 18% entre as espécies selecionadas, desejável para o início de um programa de melhoramento, entretanto observada uma baixa herdabilidade do caráter, variando de 0,08 a 0,15. A correlação de Spearman entre o ordenamento dos métodos foi próxima a zero para a maioria das espécies, o que demonstra a distinção entre os métodos. Para a espécie *E. phaeotricha* entretanto a correlação foi de 0,981 o que retrata uma similaridade entre os ordenamentos. Por estimar a variação ambiental o índice de falhas, o método assistido por modelo estatístico em delineamento linha e coluna é o mais recomendado para a seleção de indivíduos superiores.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*. *Corymbia*. Sobrevivência. Seleção massal.



## GENERAL ABSTRACT

The introduction of species and provenance tests carried out between the 1970s and 1980s helped in the development of Brazilian eucalyptus forestry. This study aimed to identify the potential of different species and origins of *Corymbia* and *Eucalyptus* for the region of Lavras-MG, to investigate the existence of genetic variability to start a breeding program and the selection of superior individuals to collect seeds and propagules for the formation of an orchard to produce improved seeds and future tests of species and progenies. The species collection is located in Lavras-MG and comes from a test of species and provenances of eucalyptus implanted in the year 1974, coming from the program of introduction and reintroduction of species of eucalyptus and its genera organized by the Brazilian Institute of Forest Development (IBDF) originally containing 27 species from various sources in Oceania. For the identification of the species adaptation potential, a census was carried out in the year 2018, counting survival, diameter at breast height (DBH) and basal area (g). The community characterization was performed through descriptive statistics, showing the diametric and basal area structures of the community and by species. The selection of matrices was restricted to the species that better adapted on the region of Lavras. The criterion of 10 matrices per species was established, therefore, the intensity of selection was calculated separately for each species. The selection was performed according to the DBH through the mass method and aided by computational model in a line and column design. The comparison of the methods was performed according to the Spearman correlation and through the parameters: selection differential, selection gain and prediction of new mean for the character. The species *Corymbia intermedia*, *Eucalyptus phaeotricha*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus acmenoides* stand out as potencies for the region of Lavras at 44 years of age. Among the provenances are *Corymbia citriodora* (102608) from Heberton, *C. intermedia* (7146) from Brisbane, *Corymbia maculata* (6169) from Brisbane, *Corymbia torelliana* (4) from Atherton, *E. grandis* from Bellthorpe (10696), Coff's Harbor (9753) and Kygole (9535), *E. phaeotricha* (9782) from Atherton, and the provenances of *E. pilularis* from Cassino (9463), Beerburrum (34) and Brisbane (37) as which had surgeries above 60%. There is a large genetic variation coefficient for DBH ranging from 10% to 18% between the selected species desirable for the initiation of a breeding program, though a low heritability of the observed characteristic between ranging from 0.08 to 0.15. The Spearman correlation between the ordering of the methods was close to zero for most species, which demonstrates the distinction between the methods. For the *E. phaeotricha* species, however, the correlation was 0.981 which shows a similarity between the orders. By estimating the environmental variation and the failure rate method assisted by statistical model in design row and column is the most recommended for the selection of superior individuals.

**Keywords:** *Eucalyptus*. *Corymbia*. Survival. Mass selection.

# SÚMARIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 Histórico da introdução dos testes .....	12
2.1 Classificação, ocorrência e usos das espécies .....	14
2.1.1 <i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson .....	14
2.1.2 <i>Corymbia intermedia</i> (R.T. Baker) K. D. Hill & L. A. S. Johnson .....	15
2.1.3 <i>Corymbia maculata</i> (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson.....	15
2.1.4 <i>Corymbia nesophila</i> (Blakely) K.D.Hill & L.A.S.Johnson.....	15
2.1.5 <i>Corymbia torelliana</i> (F. Muell) K. D. Hill & L. A. S. Johnson.....	16
2.1.6 <i>Corymbia trachyphloia</i> (F. Muell) K. D. Hill & L. A. S. Johnson .....	16
2.1.7 <i>Eucalyptus acmenoides</i> Schauer .....	16
2.1.8 <i>Eucalyptus andrewsii</i> Maiden.....	17
2.1.9 <i>Eucalyptus brassiana</i> S. T. Blake.....	17
2.1.10 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh .....	17
2.1.11 <i>Eucalyptus cloeziana</i> F. Muell .....	17
2.1.12 <i>Eucalyptus deanei</i> Maiden .....	18
2.1.13 <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden .....	18
2.1.14 <i>Eucalyptus exserta</i> F. Muell.....	19
2.1.15 <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex. Maiden .....	19
2.1.16 <i>Eucalyptus microcorys</i> F. Muell.....	19
2.1.17 <i>Eucalyptus nova-anglica</i> H. Deane & Maiden .....	20
2.1.18 <i>Eucalyptus paniculata</i> Smith .....	20
2.1.19 <i>Eucalyptus pellita</i> Smith .....	20
2.1.20 <i>Eucalyptus phaeotricha</i> Blakely & McKin.....	21
2.1.21 <i>Eucalyptus pilularis</i> L. Johnson & Blaxell.....	21
2.1.22 <i>Eucalyptus populnea</i> F. Muell .....	21
2.1.23 <i>Eucalyptus propinqua</i> H. Deane & Maiden .....	21
2.1.24 <i>Eucalyptus quadrangulata</i> H. Deane & Maiden.....	22
2.1.25 <i>Eucalyptus saligna</i> Smith.....	22
2.1.26 <i>Eucalyptus tereticornis</i> Smith.....	22
2.1.27 <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake .....	22
2.2 Estratégias de melhoramento em espécies florestais .....	23

2.3	Variação dentro e entre espécies florestais.....	24
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....</b>	<b>28</b>
	<b>ARTIGO 1 - SOBREVIVÊNCIA E ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS DE EUCALIPTO AOS 44 ANOS EM LAVRAS-MG .....</b>	<b>28</b>
1	INTRODUÇÃO .....	31
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3	RESULTADOS.....	36
4	DISCUSSÃO.....	46
5	CONCLUSÃO .....	50
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>53</b>
	<b>ARTIGO 2 - VARIABILIDADE E SELEÇÃO DE MATRIZES EM NOVE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, AOS 44 ANOS APÓS O PLANTIO .....</b>	<b>56</b>
1	INTRODUÇÃO .....	59
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
4	CONCLUSÃO .....	65
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto representa 72,34% do setor de florestas plantadas brasileiro, abrangendo 5,67 milhões de hectares (INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017), suprimindo a demanda por madeira principalmente para carvão, celulose e papel, mas também para serraria, painéis de madeira reconstruída, postes, mourões de cerca, construção civil e dormentes (FONSECA *et al.*, 2010). A crescente importância do eucalipto na economia brasileira é fruto das ações da silvicultura e do melhoramento genético iniciada desde sua introdução.

Os trabalhos de melhoramento iniciaram com as pesquisas do Dr. Edmundo Navarro de Andrade que introduziu, em 1904, diversas espécies de eucalipto oriundas de regiões distintas da Austrália com o objetivo de identificar as espécies melhores adaptadas ao clima brasileiro, visando fornecer dormentes e postes para as ferrovias (SILVA; BARRICHELO, 2006).

Ao longo de todo esse tempo, melhorias nos processos de produção foram conseguidas e, entre os anos de 1960 e 1980, foram implementados diversos testes com espécies e populações do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* oriundas da Austrália e Indonésia. Estas espécies foram introduzidas, intensamente avaliadas e selecionadas em condições ambientais diversas para características de interesse econômico (FONSECA *et al.*, 2010). Os programas foram baseados em seleção de indivíduos superiores, área de produção de sementes e hibridação interespecífica (FERREIRA; SANTOS, 1997).

Um segundo passo foi a intensificação dos testes de progênies, oriundos dos resultados obtidos dos testes de espécies e procedências, e os programas de seleção recorrente intrapopulacional (SRI) (MORI; KAGEYAMA; FERREIRA, 1988). A partir de 1990, programas intensivos de hibridação foram implementados, e em 2000, iniciaram os programas de Seleção Recorrente Recíprocas (SRR) para o melhoramento de híbridos em espécies divergentes, especialmente entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* (FONSECA *et al.*, 2010).

Os programas de melhoramento em sua maioria foram e estão sendo conduzidos por empresas privadas, as quais possuem como foco os produtos industriais como a celulose e o carvão vegetal (FONSECA *et al.*, 2010). Existe uma lacuna quanto a programas voltados para o melhoramento de características de interesse para os usos em serraria e postes de madeira que usados na estruturação de redes elétricas.

Atualmente os desafios do melhoramento do eucalipto estão no aumento da produtividade e adaptação a ambientes estressantes, bem como na melhor qualidade da madeira para os diversos usos (ASSIS; ABAD; AGUIAR, 2015).

A estratégia de escolha dos melhores genótipos leva em consideração a maior produtividade e qualidade do produto final, além de buscar um desempenho homogêneo em distintos ambientes. Contudo, a seleção de genótipos mais especializados em determinados ambientes, leva a uma seleção mais estratificada, focada em recomendações para cada região edafoclimática, o que potencializa os possíveis ganhos (STURION; RESENDE; RESENDE, 1997).

Neste contexto, objetivou-se identificar o potencial de diferentes espécies e procedências dos gêneros *Corymbia* e *Eucalyptus* para a região de Lavras-MG, averiguar a existência de variabilidade genética para o início de um programa de melhoramento e selecionar indivíduos superiores para a coleta de sementes e propágulos para a implantação de um pomar de produção de sementes melhoradas e futuros testes de espécies e progênies.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Histórico da introdução dos eucaliptos**

A introdução do eucalipto no Brasil remonta a data de 1825, quando alguns indivíduos de *Eucalyptus robusta* foram plantados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, apenas com intuito paisagístico (MOURA et al., 1980).

A introdução de eucalipto para fins econômicos teve início nos anos de 1904 e 1915 em Rio Claro, São Paulo, com os trabalhos de Navarro de Andrade. Nestes anos iniciais a demanda por sementes era elevada, pois a produção de mudas era via seminal. O pouco cuidado com a origem do material (procedência) e o plantio de espécies muito próximas, possibilitou a geração de híbridos interespecíficos. A população segregante, oriunda dos cruzamentos das espécies puras, e a condução desta população, resultou em um decréscimo do vigor híbrido, o que levou à caracterização dessas sementes como inadequadas para projetos florestais (MOURA et al., 1980).

A partir dos incentivos fiscais garantidos pela lei 5.106 de 02 de setembro de 1966, que conferia abatimento no imposto de renda de pessoas físicas e jurídicas do valor empregado em florestamento e reflorestamento, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) criou um programa de introdução e reintrodução de espécies florestais, mais proeminente o

eucalipto e suas espécies, e uma rede de experimentos para testar diversas espécies nos locais mais propícios para a expansão da cultura(MOURA, 1981; MOURA et al., 1980).

Um dos maiores projetos de introdução realizado pelo IBDF foi instalado entre os anos de 1974 e 1978 nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal, contando com 45 espécies e 400 procedências dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (MOURA et al., 1980). Em Lavras, sul de Minas Gerais, houve a implantação de três experimentos nas dependências da Universidade Federal de Lavras, os quais constituem a população analisada neste trabalho.

Pela crescente demanda de sementes de eucalipto para atender aos projetos de reflorestamento na década de 1980, o Brasil importava aproximadamente 20 toneladas de sementes de espécies de *Pinus* e eucalipto (*Eucalyptus e Corymbia*). Houve a necessidade de se estabelecer uma produção de sementes melhoradas, que fosse capaz de atender à necessidade nacional. Com base nas informações obtidas dos testes da década de 1970, o Programa Nacional de Pesquisa Florestal (PNPF), juntamente com empresas privadas e instituições públicas, realizaram um esforço de coleta de sementes, prioritariamente para espécies e procedências de maior potencial e com reduzida quantidade de material genético no País (FERREIRA, MARIO; ARAÚJO, 1981). A partir dos lotes de sementes, foram feitos plantios nas instituições, como plantios puros e isolados para a preservação da pureza genética, e as empresas privadas instalaram testes combinados de procedências e progênies(EMBRAPA, 1982). Cabe destacar que as empresas envolvidas nesse projeto possuíam como interesse comercial os produtos celulose e carvão.

Estabelecido o banco de germoplasma na forma de plantios em regiões bioclimáticas distintas, tiveram início as estratégias de melhoramento florestal para o eucalipto. Intensificaram-se os testes de progênies e Seleção Recorrente Intrapopulacional (SRI) (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983) com o intuito de acumular alelos desejáveis nas populações. Na década de 1990 existiu uma mudança na adoção de estratégias de melhoramento, época em que implementaram programas intensivos de hibridação e adoção da Seleção Recorrente Recíproca (SRR)(RESENDE; HIGA, 1990). Além disso, houve o avanço das técnicas de propagação vegetativa, o que foi um marco nos programas de melhoramento, uma vez que se conseguia fixar o ganho obtido por seleção nos indivíduos propagados vegetativamente. Na silvicultura observou-se uma mudança dos plantios comerciais, que tradicionalmente eram seminiais, passando nesta época para plantios clonais.

Atualmente, os programas de melhoramento se destacam principalmente nas indústrias de celulose e, em menor escala, nas empresas siderúrgicas para a produção de carvão. O pré-melhoramento ainda é muito empregado na seleção de genitores e no direcionamento dos cruzamentos dentro dos programas de SRR e para SRI com o cruzamento de clones-elite e incorporação de novos clones-elite nos cruzamentos.

O estado de conservação das demais parcelas da rede de experimentos implantadas pelo programa do IBDF na década de 1970 é incerto. Há evidências de perdas por eliminação dos plantios ou mau estado de conservação (REIS *et al.*, 2014). A conservação dos materiais implantados no início da introdução dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* é de vital importância para o avanço dos programas de melhoramento em curso, uma vez que são depositórios de variabilidade para os futuros desafios da cultura.

Portanto, é de extrema importância a manutenção e conservação da comunidade em estudo, sendo necessários: o estudo mais aprofundado dos genótipos ali retratados para a formação de um banco de germoplasma; a coleta de propágulos e o resgate de indivíduos superiores, que através de propagação vegetativa seja assegurada a fixação dos genótipos de interesse para a instalação de áreas produtoras de sementes melhoradas e pomares de hibridação; e a coleta de sementes e produção de mudas para a implantação de testes de progênies, dando assim início a um programa de melhoramento.

## **2.1 Classificação, ocorrência e usos das espécies de eucalipto**

As espécies comumente referidas como eucaliptos no presente projeto referem-se a plantas pertencentes à família Myrtaceae, e estão divididas em dois gêneros, *Eucalyptus* e *Corymbia*. O centro de origem destas espécies é a Oceania, sendo a Austrália o país com maior ocorrência, exceto para a espécie *Eucalyptus urophylla* que ocorre na Indonésia e a espécie *E. deglupta* que ocorre na Indonésia e Papúa Nova Guiné.

Com base nos trabalhos de Boland *et al.* (2006), Eldridge *et al.* (1994), uma classificação mais detalhada das espécies utilizadas neste projeto é apresentada a seguir:

### **2.1.1 *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson**

Inclui duas subespécies: *C. citriodora* e *C. variegata*, possui área de ocorrência em Queensland, desde Maryborough a Mackay. A subespécie *C. variegata*, ocorre também ao norte de Nova Gales do Sul. Encontra-se entre 30 e 1100 m de altitude e entre 16° e 30°S de latitude. A subespécie *C. citriodora* ocorre em locais de clima quente e úmido a subúmido com médias

do mês mais quente e mês mais frio entre 30°C e 8°C, respectivamente. Para a subsp. *C. variegata* as temperaturas médias do mês mais quente e mais frio estão entre 29°C e 0°C, respectivamente. A precipitação anual varia entre 600 a 2000 mm, predominantemente no verão. O final do inverno e a primavera são secos. Toleram ampla variação do solo, que vão dos podzólicos à areia quartzosa nos vales. Por possuírem madeira de alta densidade, seu uso como bio-redutores (carvão) é apreciado, bem como uso como madeira serrada e a extração de óleos essenciais.

### **2.1.2 *Corymbia intermedia* (R.T. Baker) K.D. Hill & L.A.S. Johnson**

Possui ampla distribuição costeira nos estados de Nova Gales do Sul e Queensland. Suas populações ocorrem desde o nível do mar até uma distância máxima de 100 km para o interior do continente. A espécie tolera ampla variação de solos, ocorre naturalmente em solos arenosos costeiros, até solos argilosos de origem vulcânica. É uma espécie dominante em florestas abertas em sítios costeiros pobres, ocorre de forma mais esparsa em florestas mais fechadas, ocupando a borda de matas. A madeira é dura, durável e resistente a cupins. Na Austrália é pouco utilizada como madeira serrada, contudo muito apreciada para mourões de cerca, postes de escoramento em minas e postes de construção civil.

### **2.1.3 *Corymbia maculata* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson**

Possui ampla distribuição na região costeira de Nova Gales do Sul. Encontra-se desde o nível do mar até 650 m de altitude, e entre 32 a 38°S de latitude. O clima é quente e úmido a subúmido, com médias do mês mais quente e mais frio entre 26°C e 4°C, respectivamente. A precipitação anual varia entre 680 a 1700 mm, relativamente bem distribuído. A espécie tolera ampla variação de solos, sendo que o melhor desenvolvimento ocorre em solos bem drenados e de moderada profundidade. Possui madeira com alta densidade propícia para o uso de bio-redutores.

### **2.1.4 *Corymbia nesophila* (Blakely) K.D.Hill&L.A.S.Johnson**

Ocorre no nordeste da Austrália Ocidental, na península de York no estado de Queensland e no Território do Norte, restrito às ilhas Melville e Barthust e na península Cobourg. Esta espécie prefere regiões planas ou onduladas, não sendo encontrado em altas altitudes, desde o nível do mar até 300 m de altitude. A temperatura média do mês mais quente e mais frio entre 38°C e 13°C, respectivamente, com baixa incidência de geadas. A precipitação média anual varia de 1000 a 1700 mm, sendo mais concentrada no verão. O melhor desenvolvimento é obtido em solos com moderada relação areia e argila, contudo não tolera



solos aluviais densos e pouco drenados. Sua madeira possui alta densidade, é moderadamente dura e moderadamente resistente a cupins. Seus usos na Austrália se resumem em postes e ocasionalmente é usado para serraria.

#### **2.1.5 *Corymbia torelliana* (F. Muell) K.D.Hill & L.A.S.Johnson**

Ocorre naturalmente no norte de Queensland, entre as latitudes de 16 a 19°S e altitude variam de 30 a 750 m. A precipitação média anual é de 2000 mm concentrada no verão. O período seco não ultrapassa três meses. A temperatura média do mês mais quente e mais frio entre 30°C e 12°C, respectivamente, com ocorrência rara de geadas. A espécie cresce nos declives litorâneos em solos arenosos derivados de granitos e rochas metamórficas, bem drenados, contudo com boa capacidade de retenção de umidade. A madeira possui características como dura e pouco durável quando usado em contato direto com o solo, e alta densidade. Por ser uma espécie relativamente rara na Austrália, não é utilizada atualmente, contudo foi muito utilizada para construção civil. No Brasil, esta espécie possui usos potenciais em compensados para construção civil e excelentes características para madeira serrada (BORTOLETTO JÚNIOR, 2003; REIS *et al.*, 2014).

#### **2.1.6 *Corymbia trachyphloia* (F. Muell) K.D.Hill & L.A.S.Johnson**

Possui ampla ocorrência no leste da Austrália, estendendo desde Queensland, até o sul do vale do rio Goulburn em Nova Gales do Sul. Ocorre em altitudes que variam do nível do mar até 1.000 m. A precipitação média anual varia de 730 a 1800 mm, com sua máxima no verão, contudo uniforme. A temperatura média do mês mais quente e frio é 30°C e 6°C, respectivamente. Esta espécie cresce quase que exclusivamente em solos rasos e siltosos, sobre arenito. Não possui a tendência de fazer povoamentos puros, muito encontrado em bosques, ou florestas abertas. Sua madeira possui moderada durabilidade e alta densidade. Na Austrália, quando encontrado em quantidade, é usado para fins estruturais.

#### **2.1.7 *Eucalyptus acmenoides* Schauer**

Esta espécie possui uma distribuição costeira desde Port Jackson (Sydney), em Nova Gales do Sul, até Cooktown, ao norte de Queensland. Ocorre desde o nível do mar até 1000 m de altitude. O clima é tropical, quente e úmido com a precipitação média anual variando entre 1000 a 1700 mm. Os solos onde se encontra melhores desenvolvimentos são profundos com elevados teores de umidade. Conhecida popularmente, na Austrália, como mogno branco, sua madeira é muito apreciada por suas características como dura e durável, com resistência a

cupins. Seus usos variam entre postes, dormentes de linha férrea, cercas, e construção cível de grande porte.

#### **2.1.8 *Eucalyptus andrewsii* Maiden**

Esta espécie possui uma ocorrência localizada a oeste de Northern Tablelands se estendendo até sudeste de Queensland. Possui duas subespécies, *andrewsii* e *campanulata*. Possui tronco ereto e uma copa moderadamente densa. É naturalmente apropriada em climas temperados, possui uma rápida taxa de crescimento e uma longa longevidade. É usada para fins de decoração interna e pisos laminados.

#### **2.1.9 *Eucalyptus brassiana* S.T. Blake**

Ocorre desde o sudeste de Papua Nova Guiné até o norte do estado de Queensland, na região de Cabo York, bem como algumas ilhas entre os dois países. Sua distribuição está entre 13°50'S até 16°50'S, desde o nível do mar, até 650 m de altitude. O clima é quente e úmido ao norte e quente e subúmido ao sul. A temperatura média anual do mês mais quente e frio é, respectivamente, 32°C e de 16°C a 21°C. A precipitação média anual varia de 1000 a 2500mm, com estações secas e úmidas bem definidas. Se desenvolve naturalmente em solos pobres e pedregosos, porém bem drenados.

#### **2.1.10 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh**

É a espécie de maior distribuição geográfica do gênero, sendo encontrado em todos os estados australianos, exceto na Tasmânia. A espécie possui duas variedades: a *camaldulensis* e *obtusata*. Ocorre principalmente às margens de rios entre 12°50' e 38°S e altitude entre 20 e 700 m. A precipitação pluviométrica média anual varia de 250 a 625 mm, concentrando no inverno ou no verão, dependendo da área de ocorrência. Por ser uma espécie com ampla ocorrência possui uma plasticidade quanto ao clima, podendo variar de quente a subúmida e semiárida, com temperatura média máxima entre 26 e 40°C e médias mínimas entre 3 e 15°C. Os solos são tipicamente arenosos aluviais. Sua madeira é dura, densa e resistente. Seus usos são diversos, sendo empregada, na Austrália, em postes, cercas, dormentes e mais recentemente usada para fabricação de móveis, devido a sua coloração. No Brasil, é apreciada para fabricação de carvão vegetal e produção de mel (MARCHINI; MORETI; NETO, 2003; VITAL *et al.*, 1994).

#### **2.1.11 *Eucalyptus cloeziana* F. Muell**

Ocorre na parte leste do estado de Queensland, de forma esparsa e próximo à costa. Sua distribuição latitudinal ocorre desde 15°45' a 26°15'S, num gradiente de altitude variando de 40 a 1000 m. O clima predominante é quente, de subúmido a úmido, com temperaturas medias

do mês mais quente e frio variando entre 29 a 30°C e 5 a 18°C, respectivamente. A precipitação média anual varia entre 550 a 2300 mm, concentrados no verão. O melhor desenvolvimento ocorre em solos argilosos e profundos de origem vulcânica, contudo se desenvolve também em solos arenosos de profundidade média, derivados de granito. Os solos são geralmente bem drenados, ácidos e com fertilidade de moderada a baixa. A procedência onde ocorre o melhor desenvolvimento é em Gympie. A madeira é considerada dura, com densidade básica média, extremamente resistente a cupins. Seus usos, na Austrália, são destinados a postes, cercas, dormentes, e construção civil. No Brasil, a espécie possui boas características para o uso em movelaria e indicado para a fabricação de pisos por possuir uma boa estabilidade dimensional (ALVES; OLIVEIRA; CARRASCO, 2017; GONÇALEZ *et al.*, 2006).

#### **2.1.12 *Eucalyptus deanei* Maiden**

Possui duas distintas regiões de ocorrência natural. A mais ao sul, próximo de Picton até Sigleton, enquanto que a mais ao norte se encontra a sudeste de Armidale em Nova Gales do Sul, estendendo-se até o sul de Queensland. Ocorre entre altitudes de 100 a 1200 m, a temperatura média do mês mais quente e frio é 25 a 30°C e de 0 a 5°C, respectivamente. Há ocorrência de geadas, aproximadamente 50 vezes por ano, podendo nevar nas altas altitudes. A precipitação média anual 750 a 1500 mm, sendo de distribuição uniforme, com o máximo no verão. Sua madeira é tida como fácil de ser trabalhada, fácil de fazer acabamentos, moderadamente durável, possui uma dificuldade de ser seca por usualmente colapsar e envergar. Possui potencial para aplicação como piso, se for devidamente seca.

#### **2.1.13 *Eucalyptus dunnii* Maiden**

Possui ocorrência restrita ocorrendo de forma descontínua próximo a Coff's Harbor, em Nova Gales do Sul e ao sul de Queensland, a uma latitude de 28° a 30°15'S, com altitudes variando entre 220 a 860 m. De clima quente e úmido com ocorrência de geadas no inverno (20 a 60 vezes ao ano), com médias do mês mais quente e frio entre 24° a 29°C e 2° a 5°C, respectivamente. A precipitação média anual varia entre 1000 a 1600 mm, bem distribuída com a máxima ocorrendo no verão. Seu melhor desenvolvimento ocorre em solos úmidos com alta fertilidade e de origem basáltica, contudo pode ser encontrado em solos de origem sedimentar e bem drenados. Por sua ocorrência restrita, não há grandes variações entre as procedências, sendo as mais conhecidas provenientes de Uberville, Moleton, Acacia Creek e Ded Horse. No Brasil a espécie apresentou um boa resistência e resiliência a geadas (HIGA; HIGA; TREVISAN, 2000). Entre seus usos se destaca a produção de celulose (FERREIRA,

GIOVANNI WILLER *et al.*, 1997) e usos da madeira processada, como madeira serrada, movelaria, laminação e caixotaria.

#### **2.1.14 *Eucalyptus exserta* F. Muell**

É uma espécie nativa do norte de Nova Gales do Sul e do centro, sul e sudeste de Queensland. É encontrada em florestas secas com solos arenosos inférteis. Possui um papel ecossistêmico importante, provendo sombreamento moderado em áreas a pleno sol, além de suas folhas serem uma fonte importante de alimentos para coalas. Pode ser usada para carvão e lenha, movelaria, dormentes e óleos essenciais. No Brasil, tem demonstrado bom crescimento em regiões áridas e semi-áridas do Nordeste, porém seu crescimento, em alguns locais, é inferior a *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*.

#### **2.1.15 *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden**

Possui três populações: a primeira ocorre no norte de Nova Gales do Sul, entre as latitudes de 25° a 33°S; a segunda em Queensland, nas regiões centrais (próximo a latitude 21°S) e; a terceira ocorre ao nordeste de Townsville e a oeste de Bloomfield no norte de Queensland (latitudes 16° a 19°S). Na parte norte, a altitude varia entre de 500 a 1100 m, nas demais populações a variação da altitude é desde o nível do mar até 600 m. O clima é caracterizado por quente e úmido com a média do mês mais quente e frio entre 29 a 32°C e 10 a 17°C, respectivamente. A precipitação média anual varia entre 1000 a 3500 mm nas áreas costeiras e com precipitação de 1000 a 1700 mm nas áreas centrais, ambas com predomínio no verão. Pode ser encontrado em ampla variação de solos, mas prefere solos profundos, bem drenados e com moderada fertilidade, não tolerando ambientes alagados. É a espécie mais difundida no Brasil, mais especificamente seu híbrido com *E. urophylla*, com grande potencial de crescimento, com usos variados, desde celulose à serraria e construção civil.

#### **2.1.16 *Eucalyptus microcorys* F. Muell**

Ocorre nas regiões costeiras de Nova Gales do Sul, e ao sudeste de Queensland, com elevações de 0 a 750 m. A precipitação média anual é de 1000 a 1850 mm, com concentração no verão. A média do mês mais quente e frio são, respectivamente, 24 a 30°C e 0 a 9°C, com um índice de geada considerado baixo a moderado (até 60 dias ao ano). Prefere solos férteis, contudo cresce em solo pobre e arenoso se o subsolo mantiver umidade. O melhor desenvolvimento é em encostas férteis a margens de florestas. A madeira possui características de dura e extremamente resistente. Seus usos são em construções pesadas, postes, dormentes e

é especialmente apreciada para pisos e decks de madeira. É considerada uma das melhores madeiras nativas de Nova Gales do Sul.

#### **2.1.17 *Eucalyptus nova-anglica* H.Deane&Maiden**

Ocorre naturalmente no norte de Nova Gales do Sul e em Queensland. Localmente dominante em regiões de bosques abertos com presença de estrato gramíneo em planícies inundáveis. Desenvolve bem em solos com razoável fertilidade e argilosos. É uma espécie criticamente ameaçada, principalmente por construções de estradas, limpezas de áreas para atividade agrícola, fragmentação e coleta de madeira para lenha. Existem duas populações distintas, a que ocorre sobre formação de solos basálticos e a que ocorre sobre solos de formação sedimentares(NSW SCIENTIFIC COMMITTEE, 2003).

#### **2.1.18 *Eucalyptus paniculata* Smith**

Ocorre em Nova Gales do Sul, exceto em uma área ao sul de Coff's Harbor, e possui povoamentos ao sul de Queensland, sendo encontrado entre as latitudes 30 a 36°30'S. A variação altitudinal é de 0 a 500 m ocorrendo de forma esporádica em altitudes maiores. O clima é quente e úmido a subúmido com temperaturas do mês mais quente e frio variando entre 24 a 31°C e 1 a 8°C, respectivamente. As geadas são muito raras em baixas altitudes, entretanto nas maiores altitudes podem ocorrer até 20 vezes ao ano. A precipitação média anual varia entre 750 a 1700 mm, com predomínio no verão, mas há meses com menos de 40 mm nas regiões mais secas. O solo fértil, franco-arenoso, com subsolo argiloso é o preferido, contudo a espécie pode ocorrer em solos pobres de topos de montanhas. A espécie é de floresta aberta, raramente formando povoamentos puros. A madeira é caracterizada pela sua alta densidade e durabilidade, sendo empregada em construção civil, postes, dormentes, mourão de cerca e carvão.

#### **2.1.19 *Eucalyptus pellita* Smith**

Na Austrália é encontrado na costa norte de Queensland entre as latitudes de 12°45' e 19°S sendo encontrado também no sudeste de Papua Nova Guiné. Os locais de origem possuem altitude variando do nível do mar até 600 m, precipitação média anual de 1200 a 3300 mm, bem distribuídas, porem concentradas no verão, não havendo déficit hídrico severo. A temperatura média do mês mais quente e frio varia entre 31 a 38°C e 10 a 19°C, respectivamente. Ocorre em terrenos variando de bem drenados a levemente encharcados. Seu uso é indicado para carvão vegetal.

### **2.1.20 *Eucalyptus phaeotricha* Blakely&McKin**

Ocorre entre as latitudes de 16° a 28°S nos estados de Queensland e no norte de Nova Gales do Sul, numa faixa de até 100 Km do litoral, com altitudes variando de 60 a 900 m. A precipitação média anual varia de 1016 a 1524 mm predominante no verão. A temperatura mínima absoluta é de -5°C e a máxima absoluta é 45,6°C. É encontrado em solos densos, ácidos, pedregosos, areno-argilosos, contudo se desenvolve melhor em moderadamente argilosos e com boa drenagem. A madeira possui baixa ocorrência de colapsos e rachaduras, sendo utilizada, na Austrália, para serraria, movelaria e postes com tratamentos químicos. Esta espécie, por possui características de qualidade da madeira interessantes, sendo importante para os futuros programas de melhoramento visando multiprodutos (FERREIRA, MARIO *et al.*, 1992).

### **2.1.21 *Eucalyptus pilularis* L. Johnson & Blaxell**

Ocorre nas planícies litorâneas e nas zonas montanhosas próximo ao litoral em Nova Gales do Sul e Queensland, com latitudes de 25°50' a 37°50'S, desde o nível do mar até a 700 m. A distribuição de chuvas é uniforme, com a média anual variando entre 900 a 1750 mm. Nas regiões onde a precipitação se concentra mais no verão podem ocorrer períodos de seca de até quatro meses. A temperatura média do mês mais quente e frio variam entre 24 a 32°C e 0 a 10°C, respectivamente. A ocorrência de geadas varia de 5 a 15 dias no ano. Sua madeira pode ser usada para serraria, movelaria, caixotaria, construção civil, dormentes, laminação e postes.

### **2.1.22 *Eucalyptus populnea* F.Muell**

Esta espécie possui uma ampla distribuição no interior dos estados de Nova Gales do Sul e Queensland. Possui uma importância na estrutura de vida dos coalas, sendo a espécie mais apreciada por eles. É mais comumente encontrado em solos vermelhos com textura de arenosa a siltosa. Possui um pobre status de conservação, com poucos indivíduos encontrados dentro de áreas de conservação como parques nacionais.

### **2.1.23 *Eucalyptus propinqua* H. Deane&Maiden**

Possui ocorrência natural desde o norte de Wuyong em Nova Gales do Sul até o sudeste de Queensland entre as latitudes 24 a 33°S em zonas de altitude próximas ao litoral com elevação de 0 a 350 m. A precipitação média anual varia entre 875 a 1400 mm, com concentrações no verão e períodos secos de no máximo quatro meses. A temperatura máxima do mês mais quente e frio variam entre 27 a 33°C e 4 a 10°C, respectivamente. A madeira é recomendada para serraria, postes dormentes e mourões.

#### **2.1.24 *Eucalyptus quadrangulata* H.Deane&Maiden**

Ocorre nas proximidades da cordilheira da Grande Divisa (“Grand Dividing Range”) ao norte de Nova Gales do Sul e de forma descontínua em Queensland. É comumente encontrada em altas altitudes em áreas úmidas com solo de fertilidade média, ocasionalmente ocorrendo nas planícies costeiras. É uma espécie de dossel de matas secas.

#### **2.1.25 *Eucalyptus saligna* Smith**

Sua ocorrência é costeira, não distanciando 120 km do mar, desde Nova Gales do Sul até Maryborough, no sul de Queensland. As latitudes de ocorrência se encontram entre 21° a 36°S com altitudes desde o nível do mar até 1100 m. O clima é predominantemente quente e úmido, com médias do mês mais quente e frio variando entre 22 a 32°C e entre -2 a 8°C, respectivamente. Há geadas, menos frequentes nas baixadas e mais frequentes (60 vezes no ano) nos planaltos de Nova Gales do Sul. A precipitação oscila de 900 a 1800 mm, mais concentradas no verão. O melhor desenvolvimento natural é conseguido em solos de aluvião, franco-arenosos de boa fertilidade, contudo cresce também em solos podzólicos profundos e bem drenados de origem vulcânica. Em seus usos destaca-se a celulose, lenha e carvão, serraria, movelaria e laminação.

#### **2.1.26 *Eucalyptus tereticornis* Smith**

Inclui duas subespécies: *tereticornis* e *mediana*, que ocorrem em Papúa Nova Guiné, entre as latitudes 6° e 10°S com elevações de 0 a 800 m, e na Austrália, em três estados, Victoria, Nova Gales do Sul e Queensland, nas latitudes de 15° a 38°S com elevações de 10 a 1.070 m para subsp. *tereticornis*, e de 0 a 200 m para a subsp. *mediana*. A precipitação média anual para no local de abrangência da subsp. *tereticornis*, varia de 600 a 2.500 mm, enquanto que na região de ocorrência da subsp. *mediana*, varia de 640 a 770 mm. O período de seca pode durar até sete meses. A temperatura média do mês mais quente e frio varia entre 23 a 35°C e 1 a 17°C para subsp. *tereticornis* e de 24 a 26°C, e de 4°C para subsp. *mediana*, respectivamente, ambos com geadas pouco frequentes. Preferem solos férteis, úmidos e com textura franco-arenosa. Seus usos são abrangentes, sendo empregado como lenha e carvão, serraria, movelaria, laminação, construção civil, dormentes e postes.

#### **2.1.27 *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**

Possui ocorrência natural no Timor, Flores e outras ilhas do arquipélago indonésio, com latitudes variando de 7°30' a 10°S e elevações entre 400 a 3.000 m. A precipitação média anual varia entre 1.000 a 1.500 mm, concentrada no verão. O período seco não dura mais que quatro

meses, e a temperatura média do mês mais quente e frio varia entre 29°C e 8 a 12°C, respectivamente. Geadas podem ocorrer nas regiões mais altas. É apreciada pela resistência ao cancro do eucalipto, sendo esse um dos motivos pelo mais famoso híbrido utilizado no Brasil, o *E. grandis* x *E. urophylla*. É utilizado para celulose, lenha, carvão e serraria.

## 2.2 Estratégias de melhoramento em espécies florestais

O sucesso de um empreendimento florestal é alcançado quando se utiliza os melhores métodos e materiais genéticos para específicos locais. Com base nesta mentalidade, Shimizu, Sebbenn e Aguiar (2008) ressaltam a necessidade de se obter materiais genéticos apropriados a cada condição ambiental. Souza (2015) acrescenta a necessidade de observância da condição de sítio para a máxima otimização e uso do material selecionado.

O primeiro passo para identificar a melhor estratégia de melhoramento a seguir, com o conhecimento devido sobre a espécie e sua forma de cruzamento, é identificar a natureza do caráter em seleção, que podem ser divididos em qualitativos e quantitativos. Os fatores de interesse econômicos, tais como altura, diâmetro e volume, possuem natureza quantitativas, em que a expressão fenotípica é contínua e influenciada pelo ambiente (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006). Fatores qualitativos possuem uma alta herdabilidade e, portanto, são pouco influenciados pelo ambiente, o que facilita a seleção.

Um programa básico de melhoramento, em seu início, pode ser dividido em três etapas: 1ª) a seleção de espécies; 2ª) a seleção de procedências dentro de espécies; 3ª) a seleção de progênies dentro de procedências dentro de espécies (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983). É importante ressaltar que a partir da introdução das espécies e formação de populações base, os métodos de melhoramento populacional são iniciados. Os cruzamentos controlados e as etapas de clonagem dos melhores materiais podem ser empregados em várias fases.

O método de seleção recorrente recíproca (SRR), proposto por Resende e Higa (1990), para a obtenção de híbridos interpopulacional utilizando a capacidade geral e específica de combinação, é o mais recomendado para o melhoramento florestal. Fonseca *et al.* (2010), ressaltam que a aplicação da metodologia possibilita um maior ganho genético por unidade de tempo e possibilita a exploração de clones híbridos intermediários, antes da conclusão do ciclo de SRR.

Outro método recomendado para o início de programas de melhoramento é a seleção recorrente individual (SRRI), descrito por Resende e Barbosa (2005), que explora o cruzamento



entre os melhores genitores com alta capacidade de cruzamento específica. O objetivo é aumentar a variância aditiva por autofecundação dos genitores e posterior cruzamento para formar o híbrido (RESENDE *et al.*, 2005).

Os principais fatores que guiam um bom programa de melhoramento são a correta estratégia metodológica, a eficiência do método de seleção e curtas gerações de melhoramento. A seleção é diretamente influenciada pela correta análise genética dos indivíduos, sendo a estimação dos componentes da variância e a predição de valores genéticos de suma importância para esta análise (RESENDE *et al.*, 2005).

### 2.3 Variação dentro e entre espécies florestais

A variabilidade genética é a matéria prima para os programas de melhoramento baseados em seleção. Existe uma elevada variação genética dentro de uma espécie com ampla distribuição geográfica, devido aos diferentes climas e condições em que está exposta, expressando o fenótipo de forma distinta e criando raças regionais (KAGEYAMA; JACOB, 1980).

As diferenças observadas no fenótipo são expressões claras da variabilidade, contudo é preciso depurar o fenótipo em seus fatores genéticos, ambientais e interações entre o genótipo e o ambiente. O parâmetro genético que expressa a proporção da variação genética na variação fenotípica é a herdabilidade ( $h^2$ ). Herdabilidades mais elevadas indicam maior facilidade na seleção de melhores genótipos, uma vez que para a seleção ser eficiente, é necessário haver suficiente variação fenotípica na população e a elevada herdabilidade do caráter (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006).

## 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Destacaram-se com grande potencial de adaptação à região de Lavras as espécies *Corymbia intermedia*, *Eucalyptus phaeotricha*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus acmenoides*, e dentre as procedências destacam-se as *C. citriodora* (102608) de Heberton, *C. intermedia* (7146) de Brisbane, *Corymbia maculata* (6169) de Brisbane, *Corymbia torelliana* (4) de Atherton, *E. grandis* das procedências de Bellthorpe (10696), Coff's Harbour (9753) e Kygole (9535), *E. phaeotricha* (9782) de Atherton, e as procedências de *E. pilularis* de Cassino (9463), Beerburrum (34) e Brisbane (37) as quais apresentaram sobrevivências acima de 60%.

Existe variabilidade genética e fenotípica para o diâmetro à altura do peito entre as espécies em destaque, suficiente para se iniciar um programa de melhoramento. Recomenda-se que a seleção dos indivíduos superiores seja realizada pelo o método assistido pelo modelo em delineamento linha e coluna, e quando em condições de baixa variação ambiental e alta variabilidade fenotípica e genotípica os métodos de seleção massal.

Ressalta-se que o potencial de estabelecimento de programas de melhoramento e o destaque de espécies pouco usuais no cenário da silvicultura brasileira chama a atenção a novos nichos de exploração, tanto comercial, quanto científico. Almeja-se que com os indícios observados pelos resultados deste trabalho, novos testes genéticos sejam implantados.

Por fim, a coleção de espécies e procedências deve ser considerada como um patrimônio do potencial genético das espécies de eucaliptos, sendo tratada como um banco de germoplasma e fonte de variabilidade para fomentar os futuros programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. C.; OLIVEIRA, A. L. C.; CARRASCO, E. V. M. Propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Floresta e Ambiente** v. 24, p. 1–7 , 2017.
- ASSIS, T. F.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. Melhoria Genética do Eucalipto. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. [S.l: s.n.], 2015. p. 225–247.
- BHERING, L. L. *et al.* Alternative methodology for Scott-Knott test. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** v. 8, p. 9–16 , 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/631332/1/Id576InternacionalA.pdf>>.
- BOLAND, D. J. *et al.* **Forest trees of Australia**. [S.l.]: CSIRO publishing, 2006.
- BORTOLETTO, G. J. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. , 2003.
- BRAZILIAN TREE INDUSTRY. **Report 2017**. [S.l: s.n.], 2017.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 319 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=YqXSHAAACAAJ>>.
- ELDRIDGE, K. *et al.* **Eucalypt domestication and breeding**. [S.l.]: Clarendon Press, 1994.
- EMBRAPA. **Coleta de sementes na Austrália, de espécies/ procedências selecionadas de *Eucalyptus*, para melhoramento e conservação genética**. Belo Horizonte: [s.n.], 1982.
- FERREIRA, G. W. *et al.* QUALIDADE DA CELULOSE KRAFT-ANTRAQUINONA DE *Eucalyptus dunnii* PLANTADO EM CINCO ESPAÇAMENTOS EM RELAÇÃO AO *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus saligna*. **Ciência Florestal** v. 7, n. 1, p. 41–63 , 1997.
- FERREIRA, M. *et al.* TESTE DE POPULAÇÕES DE *Eucalyptus phaeotricha* BLAKELY & McKIE EM ANHEMBI, SP. **Ipef** n. 45, p. 1–13 , 1992.
- FERREIRA, M.; ARAÚJO, A. J. **Procedimentos e recomendações para testes de procedências**. Cutitiba, PR: [s.n.], 1981.
- FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoria genética florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. 1997, [S.l: s.n.], 1997. p.14–34.
- FONSECA, S. M. *et al.* **Manual prático de melhoramento genético de eucalipto**. Viçosa: Ed. UFV, 2010. 200 p.
- GONÇALEZ, J. C. *et al.* CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS MADEIRAS DE *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden E *Eucalyptus cloeziana* F. Muell VISANDO AO SEU APROVEITAMENTO NA INDÚSTRIA MOVELEIRA. **Ciência Florestal** v. 16, n. 3, p. 329–341 , 2006.
- HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente , PR. **Boletim de Pesquisa Florestal** v. 40, p. 67–76 , 2000.
- KAGEYAMA, P. Y.; JACOB, W. S. Variação genética entre e dentro de populações de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. **I Encontro IUFRO sobre a Problemática da Araucária** n. 115 , 1980.

- KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progenies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Ipef** n. 24, p. 9–26 , 1983.
- MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; NETO, S. S. Características físico-químicas de amostras de mel e desenvolvimento de enxames de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae), em cinco diferentes espécies de eucaliptus. **Boletim do Centro de Pesquisas de Processamento de Alimentos** v. 21, n. 1, p. 193–206 , 2003.
- MORI, E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. VARIAÇÃO GENÉTICA E INTERAÇÃO PROGÊNIES X LOCAIS EM *Eucalyptus urophylla*. **Ipef** v. 1, n. 39, p. 53–63 , 1988.
- MOURA. V. P. G. et al. **Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo.** **Boletim de Pesquisa Embrapa** [S.l: s.n.], 1980.
- MOURA. V. P. G. **Resultados de pesquisa com várias procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, no Centro-Leste do Brasil.** Brasília: [s.n.], 1981.
- NSW SCIENTIFIC COMMITTEE. **New England peppermint woodland on sediments in the New England Tableland Bioregion - Endangered ecological community determination - final.** Sydney: [s.n.], 2003.
- REIS, C. A. F. et al. *Corymbia torelliana*: estado da arte de pesquisas no Brasil. **Documentos, EMBRAPA** v. 261, p. 2014, 2014.
- RESENDE, M. D. V. et al. Métodos e estratégias de melhoramento de espécies perenes: Estado da arte e perspectivas. 2005, [S.l: s.n.].
- RESENDE. M. D. V.; BARBOSA. M. H. P. **Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada.** **Embrapa Florestas** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2005. Disponível em: <[http://www.ipe.csic.es/Documentos/Pirineos\\_161/Go?i.pdf](http://www.ipe.csic.es/Documentos/Pirineos_161/Go?i.pdf)>.
- RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Estratégias de melhoramento para eucaliptos visando a seleção de híbridos. **Boletim de Pesquisa Florestal** n. 21, p. 49–60 , 1990.
- SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M.; AGUIAR, A. V. Produção de resina de Pinus e melhoramento genético. In: SHIMIZU, J. Y. (Org.). **Pinus na silvicultura brasileira.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. p. 193–206.
- SILVA, P. H. M.; BARRICHELO, L. E. G. Progressos recentes na área florestal. **Ciência, Agricultura e Sociedade. Brasília: Embrapa** p. 439–456 , 2006.
- SOUZA, F B. **Seleção de espécies e procedências de *pinus* sp para a região de assis , estado de são paulo.** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015.
- STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V.; RESENDE, M. D. V. Programa de melhoramento genético da erva-mate no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa. 1997, [S.l.]: In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. p. 285-298., 1997.
- VITAL, B. R. et al. Características de crescimento das árvores e de qualidade da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* para a produção de carvão. **IPEF** v. 47, p. 22–28 , 1994.

**SEGUNDA PARTE– ARTIGOS**

**ARTIGO 1- SOBREVIVÊNCIA E ADAPTAÇÃO DE ESPÉCIES E  
PROCEDÊNCIAS DE EUCALIPTO AOS 44 ANOS EM LAVRAS-MG**

**Artigo formatado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e adaptado as exigências do  
Manual de Normalização de Trabalhos Acadêmicos da UFLA.**

## RESUMO

Visando entender o comportamento das diferentes espécies de eucaliptos para as condições ambientais brasileiras, os testes de espécie e procedências foram implantados, principalmente entre os anos de 1960 e 1980. Este trabalho visou avaliar as 27 espécies de diversas procedências após 44 anos de implantação em Lavras, tendo como objetivo identificar as espécies que melhor se adaptaram à região do sul de Minas Gerais. Para tanto, foi realizado um censo no ano de 2018 contabilizando a sobrevivência, o diâmetro à altura do peito e a área seccional. A caracterização da comunidade de espécies foi realizada segundo a estatística descritiva, sendo apresentadas as estruturas diamétrica e de área seccional da comunidade e por espécie. Foi realizado um ranqueamento quanto às características analisadas. As espécies *Corymbia intermedia*, *Eucalyptus phaeotricha*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus acmenoides* se destacam como potencias. Dentre as procedências, por apresentarem sobrevivência acima de 60%, destacam-se: *Corymbia citriodora* (102608) de Heberton, *C. intermedia* (7146) de Brisbane, *Corymbia maculata* (6169) de Brisbane, *Corymbia torelliana* (4) de Atherton, *E. grandis* das procedências de Bellthorpe (10696), Coff's Harbour (9753) e Kygole (9535), *E. phaeotricha* (9782) de Atherton, e as procedências de *E. pilularis* de Cassino (9463), Beerburrum (34) e Brisbane (37).

**Palavras-chave:** Silvicultura. *Eucalyptus*. *Corymbia*. Aptidão agrícola.

## ABSTRACT

In order to understand the behavior of different eucalypt species for Brazilian environmental conditions, the tests of species and provenances were implemented, mainly between 1960 and 1980. This work aimed to evaluate the 27 species of various provenances in a test implanted after 44 years of implantation in Lavras, aiming at identifying the species that best adapted to the southern region of Minas Gerais. For that, a census was carried out in the year 2018, counting survival, diameter at breast height and basal area. The characterization of the species community was performed according to the descriptive statistics, showing the diametric and basal area structures of the community and by species. A ranking was made regarding the characteristics analyzed. The species *Corymbia intermedia*, *Eucalyptus phaeotricha*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus acmenoides* stand out as potencies, such as *Corymbia citriodora* (102608) from Heberton, *C. intermedia* (7146) from Brisbane, *Corymbia maculata* (6169) from Brisbane, *Corymbia torelliana* (4) from Atherton, *E. grandis* from Bellthorpe (10696), Coff's Harbor (9753) and Kygole (9535), *E. phaeotricha* (9782) from Atherton, and the provenances of *E. pilularis* from Cassino (9463), Beerburum (34) and Brisbane (37) which had survivors above 60%.

**Keywords:** Silviculture. *Eucalyptus*. *Corymbia*. Agricultural aptitude.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto representa 72,34% do setor brasileiro de florestas plantadas, abrangendo 5,67 milhões de hectares (INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2017), suprimindo a demanda por madeira principalmente para carvão, celulose e papel, mas também para serraria, painéis de madeira reconstruída, postes, mourões de cerca, construção civil e dormentes (FONSECA *et al.*, 2010). A crescente importância do eucalipto na economia brasileira é fruto das ações da silvicultura e do melhoramento genético iniciada desde sua introdução.

O processo de escolha de espécies passa prioritariamente pela aptidão a características climáticas. Golfari (1974) utilizou do princípio da similaridade climática, além de dados iniciais dos testes de espécies e procedências de eucalipto, para recomendar as espécies aptas aos diversos climas e regiões brasileiras em seu trabalho de Zoneamento Ecológico Florestal para o Brasil. Mais recentemente, Flores *et al.* (2016) acrescentaram e atualizaram informações climáticas e as aptidões das espécies de eucalipto para as regiões brasileiras. Em ambos os trabalhos, a pluviosidade e as temperaturas máximas e mínimas foram as variáveis mais impactantes na aptidão, sendo ambos importantes para balanço hídrico de Thornthwaite. De acordo com Ferreira e Couto (1981), a altitude também exerce um papel limitante na aptidão das espécies à região de introdução.

Flores *et al.* (2016) abordam a aptidão de 45 espécies de eucalipto no novo zoneamento climático proposto. Contudo, os mesmos autores ressaltam que menos de 30 espécies são utilizadas comercialmente no mundo.

Os programas de melhoramento ganham grande destaque no cenário comercial sendo que as atuais estratégias de melhoramento visam a hibridização de espécies divergentes, especialmente entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* (FONSECA *et al.*, 2010). Portanto, o conhecimento da adaptação e silvicultura de diferentes espécies de eucalipto serve para um duplo papel: encontrara novas espécies potenciais para a produção dos múltiplos produtos, diversificando a matriz produtiva e; ampliar o conhecimento do comportamento silvicultural das espécies para fomentar novos cruzamentos e hibridizações que agreguem características de interesse como a resistência a doenças e a adaptações a condições climáticas específicas às espécies já amplamente utilizadas. Neste contexto, este trabalho visou identificar as espécies e procedências mais adaptadas à região de Lavras, sul de Minas Gerais.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Lavras está localizada na região sul de Minas Gerais. A cidade possui uma altitude de 925 m, apresentando características climáticas subtropicais, como o inverno seco e o verão úmido, sendo classificada como Cwa na classificação climática de Köppen (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

A comunidade em estudo é oriunda de um teste de espécies e procedências de eucalipto, implantado entre os anos de 1974 a 1975, compondo uma série de experimentos com espécies e procedências em diversos locais nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, sendo parte do projeto do IBDF (projeto: PINUD/FAO/BRA45). As procedências foram oriundas dos mais diversos climas da Oceania, sendo eles descritos como:

Af, clima equatorial com elevada temperatura do ar (24°C a 27°C) e alta pluviosidade, acima de 2000 mm anual e média mensal acima de 60 mm.

Aw, clima tropical de savana, possui temperaturas médias mensais acima de 18°C em todo ano e o inverno seco, com precipitação no mês mais seco abaixo de 60 mm.

Bsh, clima semiárido quente, possuem verões quentes e invernos variando de quente a frio com pouca precipitação.

Bsw, clima semiárido frio, possuem verões quentes e secos e invernos frios. Possuem uma ampla variação de temperatura diária.

Cwa, clima subtropical úmido com inverno seco, com precipitações variando de menos de 40 mm a um décimo do mês mais úmido.

Cfa, clima subtropical úmido, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano.

Cfb, clima temperado marítimo, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, sendo o verão temperado, com temperaturas frescas e úmido.

Um resumo dos objetivos e das espécies e procedências de cada experimento descritos por Moura *et al.* (1980), é apresentado em sequência.

O primeiro experimento, nomeado de B-1, teve como objetivo estudar o comportamento de 15 espécies de 20 procedências distintas (Tabela 1), em três regiões bioclimáticas do Brasil.

Tabela 1 - Descrição geográfica das espécies e procedências utilizadas no teste B-1. (1974)

Teste Espécies e Procedências B-1							
Espécie	Nº Origem	Procedência	Estado	Lat.	Long.	Alt. (m)	Clima
<i>C. citriodora</i>	10268	W. Herberton	QLD	17° 24'	145° 20'	30	Cwa
<i>C. nesophila</i>	6675	Melville Isl.	N.T.	12° 00'	130° 30'	30	Aw
<i>C. torelliana</i>	10466	Atherton	QLD	-	-	-	Cwa
<i>E. camaldulensis</i>	10266	Petford	QLD	17° 17'	145° 59'	457	Bsh
<i>E. cloeziana</i>	9771	Duaranga	QLD	23° 55'	149 15'	244	Cfa
<i>E. cloeziana</i>	9785	Sw. Kennedy	QLD	18° 17'	145° 55'	122	Aw
<i>E. dunnii</i>	9370	Acacia Creek	NSW	30° 10'	153° 00'	304	Cfa
<i>E. exserta</i>	8968	Maryborough	QLD	26° 00'	153° 00'	30	Cfa
<i>E. grandis</i>	9535	Kyogle	NSW	28° 37'	153° 00'	152	Cfa
<i>E. grandis</i>	9753	Coff's Harbour	NSW	30° 18'	153° 08'	91	Cfa
<i>E. grandis</i>	10696	Bellthorpe	QLD	26° 52'	152° 42'	457	Cfa
<i>E. microcorys</i>	8717	Gympie Dist.	QLD	26° 11'	152° 40'	-	Cfa
<i>E. phaeotricha</i>	9782	SW Atherlon	QLD	17° 22'	145° 25'	975	Cwa
<i>E. pilularis</i>	9492	Gallangowan	QLD	25° 00'	153° 00'	15	Cfa
<i>E. propinqua</i>	8718	Jimna Dist.	QLD	26° 40'	152° 28'	-	Cfa
<i>E. saligna</i>	7786	Nth Winsor	NSW	32° 55'	150° 33'	304	Cfa
<i>E. saligna</i>	7808	Bulahdelah	NSW	32° 20'	152° 12'	213	Cfb
<i>E. tereticornis</i>	10054	Atherton	QLD	18° 17'	145° 58'	15	Cwa
<i>E. tereticornis</i>	10056	Mackay Dist.	QLD	21° 30'	148° 30'	61	Cfa
<i>E. urophylla</i>	9016	Ermera	Timor	08° 39'	125° 27'	580	Aw

Fonte: Adaptado de Moura *et al.* (1980)

O segundo experimento, nomeado B-8, teve como objetivo testar o comportamento de 20 espécies de melhor comportamento em testes anteriores, em 12 localidades (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição geográfica das espécies e procedências utilizadas no teste B-8. (1975)

Teste Espécies e Procedências B-8							
Espécie	Nº Origem	Procedência	Estado	Lat.	Long.	Alt. (m)	Clima
<i>C. citriodora</i>	10150	Rockhampton	QLD	23° 25'	150° 20'	30	Cfa
<i>C. maculata</i>	10611	Woolgoolga	NSW	30° 00'	153° 12'	30	Cfa
<i>C. nesophila</i>	6675	Melville Isl.	N.T.	12° 00'	130° 30'	30	Aw
<i>C. torelliana</i>	4	Atherton	QLD	16° 49'	145° 38'	488	Cwa
<i>E. acmenioides</i>	10697	Ne. Gympie	QLD	26° 07'	152° 42'	106	Cfa
<i>E. andrewsii</i>	10274	E. Glen Innes	NSW	29° 40'	152° 05'	1200	Cfb
<i>E. brassiana</i>	8206	Cape York	QLD	11° 40'	142° 26'	91	Aw

<i>E. camaldulensis</i>	10266	Petford	QLD	17° 17'	145° 59'	457	Bsh
<i>E. cloeziana</i>	9785	Sw. Kennedy	QLD	18° 17'	145° 55'	120	Aw
<i>E. deanei</i>	10340	W. Picton	NSW	34° 13'	150° 31'	244	Cfb
<i>E. dunnii</i>	9370	Acacia Creek	NSW	28° 23'	152° 19'	792	Cfa
<i>E. grandis</i>	48	Atherton	QLD	17° 12'	145° 35'	790	Cwa
<i>E. microcorys</i>	8717	Coff's Harbour	NSW	28° 30'	153° 19'	182	Cfa
<i>E. nova-anglica</i>	9439	Deepwater	NSW	-	-	-	Cfa
<i>E. pellita</i>	10955	Helenvale	QLD	15° 45'	145° 15'	36	Aw
<i>E. pilularis</i>	9492	Gallengowan	QLD	26° 30'	152° 20'	580	Cfa
<i>E. propinqua</i>	3	Rockhampton	QLD	23° 30'	150° 33'	120	Cfa
<i>E. saligna</i>	10698	Kenilworth	QLD	26° 40'	152° 33'	532	Cfa
<i>E. tereticornis</i>	29	Mackay Dist.	QLD	21° 10'	148° 20'	610	Cfa
<i>E. urophylla</i>	10140	Queorema	Timor	08° 53'	125° 32'	2040	Aw

Fonte: Adaptado de Moura *et al.* (1980)

O terceiro experimento, nomeado B-9A, teve como objetivo estudar as espécies e procedências que melhor se adaptassem às condições de menor déficit hídrico. Contou com 16 espécies e 34 procedências (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição geográfica das espécies e procedências utilizadas no teste B-9A. (1975)

<b>Teste Espécies e Procedências B-9A</b>							
<b>Espécie</b>	<b>Nº Origem</b>	<b>Procedência</b>	<b>Estado</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Alt. (m)</b>	<b>Clima</b>
<i>C. intermedia</i>	7146	Brisbane	QLD	27° 23'	153° 02'	-	Cfa
<i>C. maculata</i>	6168	W. Brisbane	QLD	27° 15'	152° 40'	550	Cfa
<i>C. maculata</i>	6169	W. Brisbane	QLD	27° 15'	152° 40'	550	Cfa
<i>C. trachyphloia</i>	10378	Narrabi	NSW	30° 21'	148° 54'	230	Cfa
<i>E. acmenioides</i>	8	Mt. Mee Area	QLD	27° 03'	252° 46'	457	Cfa
<i>E. camaldulensis</i>	7080	Newcastle waters	NT	17° 00'	133° 00'	213	Cfa
<i>E. camaldulensis</i>	8214	Spear Creek	QLD	16° 10'	144° 50'	430	Bsh
<i>E. camaldulensis</i>	10544	Lennard River	WA	17° 23'	124° 45'	61	Bsh
<i>E. deani</i>	7822	E. Glenn Innes	NSW	29° 44'	152° 05'	1067	Cfb
<i>E. deani</i>	10340	W. Picton	NSW	34° 13'	150° 31'	244	Cfb
<i>E. dunnii</i>	9245	Moleton	NSW	30° 10'	153° 00'	304	Cfb
<i>E. dunnii</i>	9370	Acacia Creek	NSW	28° 23'	152° 19'	792	Cfa
<i>E. grandis</i>	42	Atherton Dist.	QLD	17° 12'	145° 35'	792	Cwa
<i>E. grandis</i>	43	Jimna Sub-Dist.	QLD	26° 40'	152° 25'	610	Cfa

<i>E. grandis</i>	45	Atherton Dist.	QLD	17° 12'	145° 35'	790	Cwa
<i>E. grandis</i>	47	Gympie Dist.	QLD	26° 30'	152° 40'	427	Cfa
<i>E. grandis</i>	9783	Atherton Dist.	QLD	17° 15'	145° 42'	654	Cwa
<i>E. grandis</i>	10693	N. Gympie	QLD	26° 07'	152° 42'	76	Cfa
<i>E. grandis</i>	10694	SW. Gympie	QLD	26° 18'	152° 46'	76	Cfa
<i>E. grandis</i>	10695	Kenilworth	QLD	26° 40'	152° 33'	532	Cfa
<i>E. grandis</i>	10696	Bellthorpe	QLD	26° 52'	152° 48'	450	Cfa
<i>E. microcorys</i>	27	Gympie Dist.	QLD	26° 25'	153° 00'	122	Cfa
<i>E. paniculata</i>	914	Tomerone	NSW	33° 04'	150° 35'	61	Cfa
<i>E. pellita</i>	7536	Cessnock	NSW	33° 00'	151° 00'	335	Cfa
<i>E. pilularis</i>	34	Beerburrum	QLD	26° 57'	125° 55'	61	Cfa
<i>E. pilularis</i>	35	Brisbane Dist.	QLD	27° 00'	152° 39'	457	Cfa
<i>E. pilularis</i>	37	Brisbane Dist.	QLD	26° 54'	152° 42'	366	Cfa
<i>E. pilularis</i>	38	Murgon Dist.	QLD	26° 40'	152° 25'	610	Cfa
<i>E. pilularis</i>	6183	Mt. Glorious	QLD	27° 15'	152° 40'	610	Cfb
<i>E. pilularis</i>	9463	SW. Casino	NSW	28° 52'	153° 03'	549	Cfa
<i>E. pilularis</i>	9490	Fraser Island	QLD	25° 00'	153° 00'	60	Cfa
<i>E. pilularis</i>	9491	Fraser Island	QLD	25° 00'	153° 00'	15	Cfa
<i>E. populnea</i>	8969	St. George	QLD	28° 00'	149° 00'	213	Bsw
<i>E. quadrangulata</i>	8706	Tongarra	NSW	-	-	91	Cfb
<i>E. saligna</i>	23	Yarraman Dist.	QLD	27° 20'	152° 15'	488	Cfa
<i>E. tereticornis</i>	9054	Bulolo	PNG	09° 25'	147° 08'	-	Af
<i>E. tereticornis</i>	10054	Atherton Dist.	QLD	18° 17'	145° 58'	15	Cwa
<i>E. tereticornis</i>	10056	Machay Dist.	QLD	21° 30'	148° 20'	60	Cfa
<i>E. tereticornis</i>	10954	Helenyale	QLD	15° 40'	145° 13'	140	Aw

Fonte: Adaptado de Moura *et al.* (1980)

Os três experimentos instalados em Lavras, estão dispostos em delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições (blocos), sendo cada parcela quadrada composta por 25 árvores em espaçamentos 3 x 2 metros, tendo considerado as nove árvores centrais como parte útil e 16 árvores como bordadura (MOURA *et al.*, 1980).

Não foram realizadas adubações após a implantação, nem desbastes, sendo o controle de plantas daninhas e o controle de formigas os únicos tratamentos silviculturais realizados até a estabilização do plantio.

A caracterização do plantio foi realizada através do censo das árvores no ano de 2018, momento em que se quantificou a sobrevivência e o diâmetro à altura do peito (DAP) e calculou-se a área seccional (g).

A avaliação da sobrevivência foi relativizada por espécie, usado como referência o total inicial de cada espécie implantada, independente das procedências. Essa relativização visa reduzir a influência de espécies com um maior número de parcelas implantadas originalmente.

O diâmetro foi aferido com suta dendrométrica em todas as árvores da comunidade. A área seccional foi calculada utilizando o diâmetro, segundo a fórmula:

$$\text{Área Seccional (g)} = \frac{\pi * DAP^2}{4}$$

Os dados foram analisados conforme a estatística descritiva, sendo realizada a tabulação das médias de sobrevivência, DAP e g, por espécie, bem como seu desvio padrão. Histogramas de frequência foram utilizados para quantificar o número de indivíduos por classe diamétrica e classe de área seccional. As procedências foram analisadas segundo sua sobrevivência.

A amplitude de classe do DAP foi de 10 cm e as classes foram consideradas segundo a amplitude total dos dados, iniciando com 10 cm e finalizando na classe de 110 cm. A área seccional teve como amplitude de classe 0,1 cm<sup>2</sup>, sendo a primeira classe 0,1 cm<sup>2</sup> e a última, 0,9 cm<sup>2</sup>.

### 3 RESULTADOS

O total inicial e número de indivíduos vivos, a sobrevivência média por espécie e as médias e desvios padrões do diâmetro à altura do peito e da área seccional estão apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 - Média da sobrevivência e médias e desvios padrões de diâmetro à altura do peito (DAP) e área seccional (g), por espécie de eucalipto, na região de Lavras, MG aos 44 anos.

<b>Espécie</b>	<b>Total inicial</b>	<b>Vivo</b>	<b>Sobrevivência (%)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>desvio DAP</b>	<b>g (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>desvio g</b>
<i>C. citriodora</i>	100	53	53,0	28,61	13,13	0,079	0,079
<i>C. intermedia</i>	50	40	80,0	31,55	20,19	0,109	0,143
<i>C. maculata</i>	150	63	42,0	28,30	14,35	0,079	0,081
<i>C. nesophila</i>	100	16	16,0	31,24	14,52	0,092	0,077
<i>C. torelliana</i>	100	58	58,0	28,36	12,75	0,076	0,074
<i>E. acmenoides</i>	100	42	42,0	32,33	13,36	0,096	0,088
<i>E. andrewsii</i>	50	3	6,0	55,33	29,32	0,285	0,216

<i>E. brassiana</i>	50	7	14,0	32,10	15,09	0,096	0,093
<i>E. camaldulensis</i>	200	37	18,5	28,45	13,42	0,077	0,070
<i>E. cloeziana</i>	150	80	53,3	31,01	12,02	0,086	0,066
<i>E. deanei</i>	150	37	24,7	30,14	11,93	0,082	0,069
<i>E. dunnii</i>	200	48	24,0	39,36	18,94	0,149	0,135
<i>E. exserta</i>	50	16	32,0	26,36	8,72	0,060	0,038
<i>E. grandis</i>	650	281	43,2	33,86	14,06	0,100	0,084
<i>E. microcorys</i>	150	52	34,7	27,55	16,97	0,070	0,106
<i>E. nova anglica</i>	50	1	2,0	20,85	-	0,034	-
<i>E. paniculata</i>	50	0	0,0	-	-	-	-
<i>E. pelita</i>	150	37	24,7	24,74	8,51	0,060	0,037
<i>E. phaeotricha</i>	50	37	74,0	32,21	15,30	0,099	0,114
<i>E. pilularis</i>	500	269	53,8	34,72	13,56	0,109	0,093
<i>E. populnea</i>	50	0	0,0	-	-	-	-
<i>E. propinqua</i>	50	38	76,0	29,19	9,78	0,074	0,048
<i>E. quadrangulata</i>	50	3	6,0	28,07	19,10	0,081	0,089
<i>E. saligna</i>	200	48	24,0	37,21	18,88	0,136	0,146
<i>E. tereticornis</i>	300	59	19,7	24,03	10,70	0,050	0,053
<i>E. trachypholia</i>	50	10	20,0	22,68	6,42	0,040	0,023
<i>E. urophylla</i>	100	37	37,0	35,02	18,97	0,124	0,136

Fonte (Autor)

As espécies que possuíram o maior número inicial de árvores foram respectivamente *E. grandis* e *E. pilularis*, o que demonstrava o grande interesse por estas espécies para o cenário silvicultural da década de 70. As espécies menos convencionais foram implantadas somente em duas repetições, totalizando 50 árvores no total.

Apenas três espécies apresentaram sobrevivência acima de 70%, sendo elas o *C. intermedia* (80%), *E. propinqua* (76%), *E. phaeotricha* (74%). As espécies *E. andrewsii*, *E. quadrangulata* e *E. nova anglica* apresentaram sobrevivência abaixo de 10%, sendo respectivamente 6%, 6% e 2%. Todos os indivíduos das espécies *E. paniculata* e *E. populnea* morreram, portanto não foram obtidos dados para as demais variáveis analisadas.

As espécies *E. andrewsii*, *E. dunnii* e *E. saligna* foram as que apresentaram os maiores DAP médios, sendo respectivamente, 55,33 cm, 39,36 cm e 37,21 cm. Os menores diâmetros foram das espécies *E. tereticornis* (24,03 cm), *E. trachypholia* (22,68 cm), *E. nova anglica* (20,85 cm). Os desvios padrões do DAP variaram entre 6,42 cm a 29,32 cm, sendo a espécie *E. trachypholia* a mais homogênea nessa variável e a espécie *E. andrewsii* a que mais variou em diâmetro à altura do peito. A espécie *E. nova anglica* não apresentou valor de desvio padrão por possuir somente um indivíduo vivo na comunidade.

Quanto à área seccional, conforme observado pelos resultados do DAP, as espécies *E. andrewsii*, *E. dunnii* e *E. saligna* se destacaram com as maiores médias, sendo respectivamente 0,285 cm<sup>2</sup>, 0,149 cm<sup>2</sup> e 0,136 cm<sup>2</sup>. As espécies com as menores médias de área seccional foram, respectivamente, *E. tereticornis* (0,050 cm<sup>2</sup>), *E. trachypholia* (0,040 cm<sup>2</sup>) e *E. nova anglica* (0,034 cm<sup>2</sup>). Os desvios padrões variaram entre 0,023 cm<sup>2</sup> a 0,216 cm<sup>2</sup>, sendo a espécie *E. trachypholia* a mais homogênea nessa variável e a espécie *E. andrewsii* a que mais variou em área seccional. A espécie *E. nova anglica* não apresentou valor de desvio padrão por possuir somente um indivíduo vivo na comunidade.

O ranqueamento das espécies quanto à sobrevivência, diâmetro à altura do peito e área seccional é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Classificação das espécies de eucalipto quanto à sobrevivência, diâmetro à altura do peito (DAP) e área seccional (g) na região de Lavras MG aos 44 anos.

<b>Classificação</b>	<b>sobrevivência</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>g (cm<sup>2</sup>)</b>
1	<i>C. intermedia</i>	<i>E. andrewsii</i>	<i>E. andrewsii</i>
2	<i>E. propinqua</i>	<i>E. dunnii</i>	<i>E. dunnii</i>
3	<i>E. phaeotricha</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. saligna</i>
4	<i>C. torelliana</i>	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
5	<i>E. pilularis</i>	<i>E. pilularis</i>	<i>E. pilularis</i>
6	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. grandis</i>
7	<i>C. citriodora</i>	<i>E. acmenioides</i>	<i>E. acmenioides</i>
8	<i>E. grandis</i>	<i>E. phaeotricha</i>	<i>E. phaeotricha</i>
9	<i>C. maculata</i>	<i>E. brassiana</i>	<i>E. brassiana</i>
10	<i>E. acmenioides</i>	<i>C. intermedia</i>	<i>C. intermedia</i>
11	<i>E. urophylla</i>	<i>E. nesophila</i>	<i>E. nesophila</i>
12	<i>E. microcorys</i>	<i>E. deanei</i>	<i>E. deanei</i>
13	<i>E. exserta</i>	<i>E. cloeziana</i>	<i>E. cloeziana</i>
14	<i>E. deanei</i>	<i>E. propinqua</i>	<i>E. propinqua</i>
15	<i>E. pelita</i>	<i>C. citriodora</i>	<i>C. citriodora</i>
16	<i>E. dunnii</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
17	<i>E. saligna</i>	<i>C. torelliana</i>	<i>C. torelliana</i>
18	<i>E. trachypholia</i>	<i>C. maculata</i>	<i>C. maculata</i>
19	<i>E. tereticornis</i>	<i>E. quadrangulata</i>	<i>E. quadrangulata</i>
20	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. microcorys</i>	<i>E. microcorys</i>
21	<i>E. nesophila</i>	<i>E. exserta</i>	<i>E. exserta</i>
22	<i>E. brassiana</i>	<i>E. pelita</i>	<i>E. pelita</i>
23	<i>E. andrewsii</i>	<i>E. tereticornis</i>	<i>E. tereticornis</i>
24	<i>E. quadrangulata</i>	<i>E. trachypholia</i>	<i>E. trachypholia</i>
25	<i>E. nova anglica</i>	<i>E. nova anglica</i>	<i>E. nova anglica</i>
26	<i>E. paniculata</i>	<i>E. paniculata</i>	<i>E. paniculata</i>
27	<i>E. populnea</i>	<i>E. populnea</i>	<i>E. populnea</i>

Fonte (Autor)

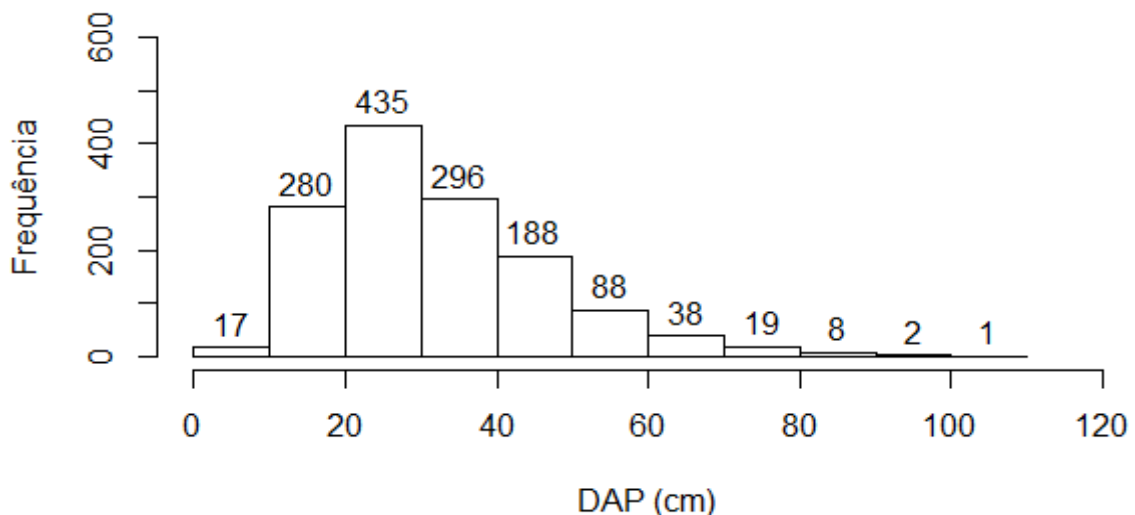
Entre as dez primeiras espécies ranqueadas para todas as características, apenas *C. intermedia*, *E. phaeotricha*, *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. acmenoides* aparecem em todas as listas. Entre as dez últimas espécies ranqueadas para todas as características, *E. trachypholia*, *E. tereticornis*, *E. nova anglica*, *E. paniculata* e *E. populnea* aparecem como as piores em todas.

Serão apresentadas as estruturas diamétricas e de área seccional da comunidade e das espécies de maior interesse, ou seja, aquelas que apresentaram boa sobrevivência e que estão presentes entre as dez primeiras das listas de diâmetro e área seccional.

A estrutura diamétrica da comunidade é retratada na figura 1, onde é possível observar que a moda do DAP se encontra na classe de 20 a 30 cm. Poucos indivíduos estão presentes na classe de até 10 cm e apenas 68 indivíduos apresentam DAP superior a 60 cm.

A distribuição da área seccional no povoamento é retratada na figura 2 e apresenta um padrão de distribuição em exponencial negativa, ou “J” invertida, com valores mais presentes na primeira classe ( $g = 0,1 \text{ cm}^2$ ). Apenas 11 indivíduos apresentaram área seccional maior que  $0,5 \text{ cm}^2$ , com destaque para o maior indivíduo que possui  $0,9 \text{ cm}^2$  de área seccional.

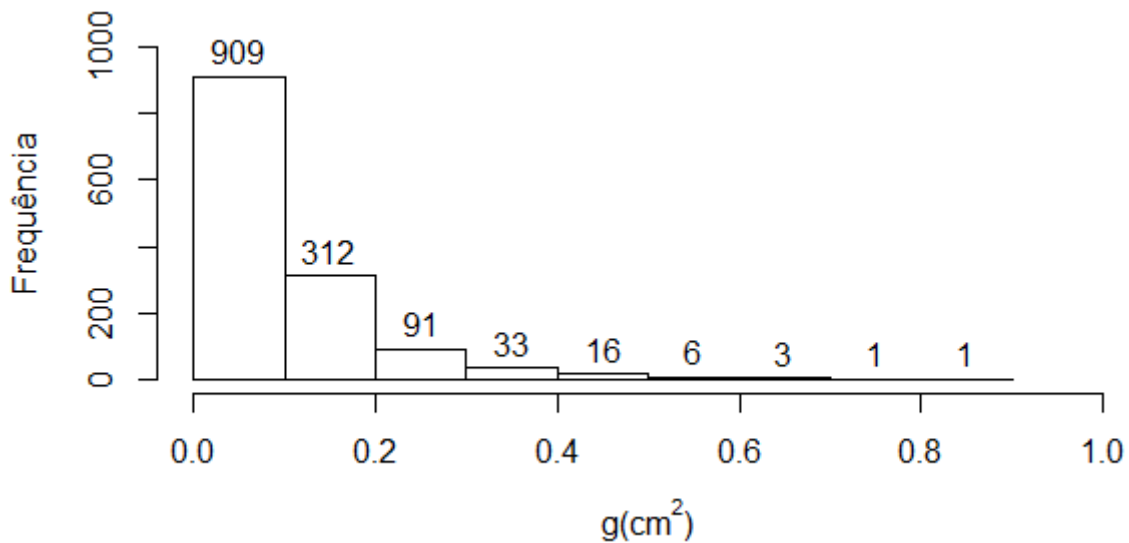
Figura 1 - Distribuição das classes diamétricas da comunidade de espécies de eucalipto em Lavras MG aos 44 anos.



Fonte (Autor)

Figura 2 - Distribuição das classes de área seccional em uma comunidade de eucalipto na região de Lavras MG aos 44 anos.





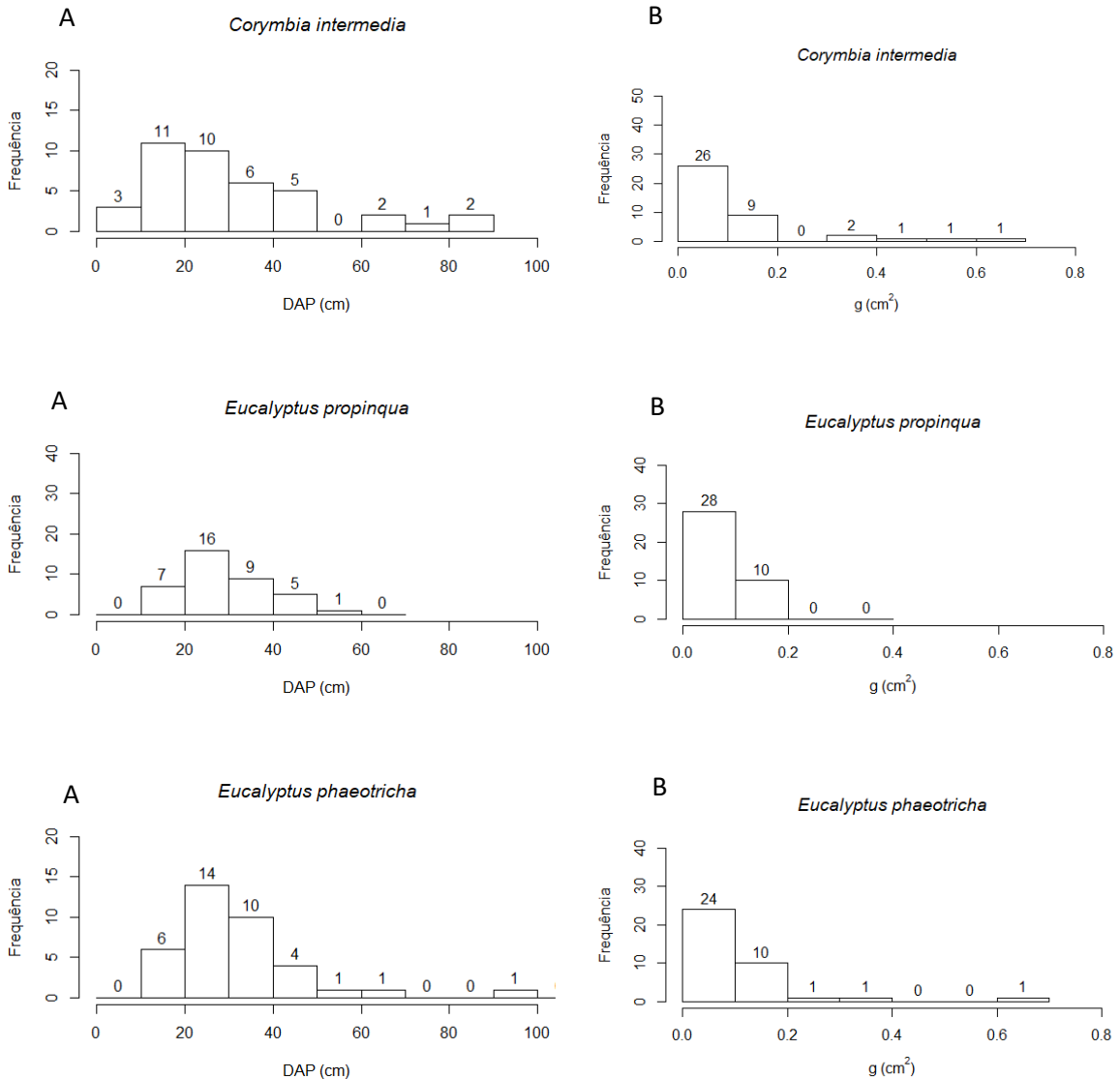
Fonte (Autor)

A espécie com a maior sobrevivência, *C. intermedia* (80%), apresentou uma distribuição diamétrica assimétrica, em que se observa um acúmulo de indivíduos nas menores classes e poucos indivíduos nas maiores classes, contudo bem distribuída ao longo das classes (figura 3). A área seccional seguiu o comportamento de uma exponencial negativa (figura 3).

*E. propinqua* possui uma alta porcentagem de sobrevivência (76%), sua distribuição diamétrica segue uma curva normal (figura 3), concentrando o maior número de indivíduos na classe de 20 a 30 cm de DAP, e não apresenta nenhum indivíduo com DAP inferior a 10 cm e nenhum com DAP superior a 60 cm. A área seccional se concentrou apenas nas duas menores classes, sendo um maior número de indivíduos encontrados com área seccional de 0,1 cm<sup>2</sup> (figura 3).

Com sobrevivência de 74%, a espécie *E. phaeotricha* apresenta uma distribuição diamétrica semelhante à curva normal (Figura 3), com maior frequência na classe de 20 a 30 cm de DAP, e apenas um indivíduo na classe de 90 a 100 cm de DAP. A área seccional segue a distribuição em exponencial negativa (Figura 3), com maior concentração na classe inicial de até 0,1 cm<sup>2</sup> e a maior classe (0,6 a 0,7 cm<sup>2</sup>) com apenas um indivíduo.

Figura 3 - Caracterização da distribuição do diâmetro à altura do peito (A) e área seccional (B) em *C. intermedia*, *E. propinqua* e *E. phaeotricha*, na região de Lavras, MG aos 44 anos.



Fonte (Autor)

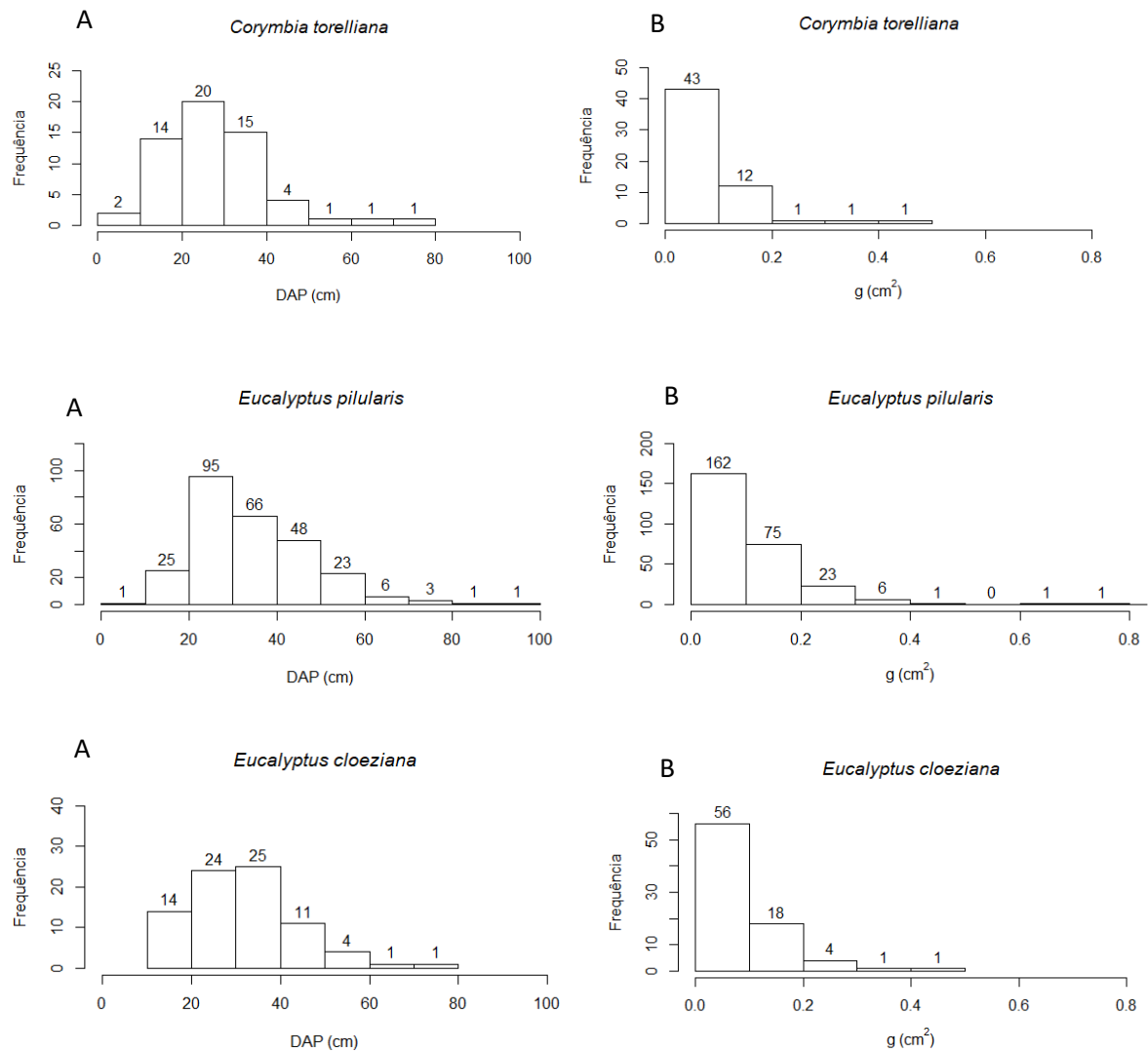
*C. torrelliana* apresentou sobrevivência de 58% e os seus diâmetros se concentraram na classe de 20 a 30 cm, com alguns indivíduos maiores que 50 cm de DAP. A área seccional apresentou uma elevada concentração nas classes de até 0,1 cm<sup>2</sup> com apenas um indivíduo de área seccional acima de 0,4 cm<sup>2</sup> (figura 4).

A sobrevivência do *E. pilularis* foi de 53,8%, com diâmetros distribuídos até a classe de 90 a 100 cm. Contudo, a maior ocorrência foi da classe de 20 a 30 cm de DAP. A área seccional se concentrou na classe de 0,1 cm<sup>2</sup>, com alguns indivíduos alcançando área seccional acima de 0,6 cm<sup>2</sup> (figura 4).

Com 53,3% de sobrevivência, a espécie *E. cloeziana* apresentou uma distribuição diamétrica centrada entre as classes de 20 a 30 cm e 30 a 40 cm, com uma maior concentração

nesta última. A maior concentração de área seccional se deu na menor classe, e apenas um indivíduo com área seccional acima de 0,4 cm<sup>2</sup> (figura 4).

Figura 4 - Caracterização da distribuição do diâmetro à altura do peito (A) e área seccional (B) em *C. torelliana*, *E. pilularis* e *E. cloeziana*, na região de Lavras, MG aos 44 anos.



Fonte (Autor)

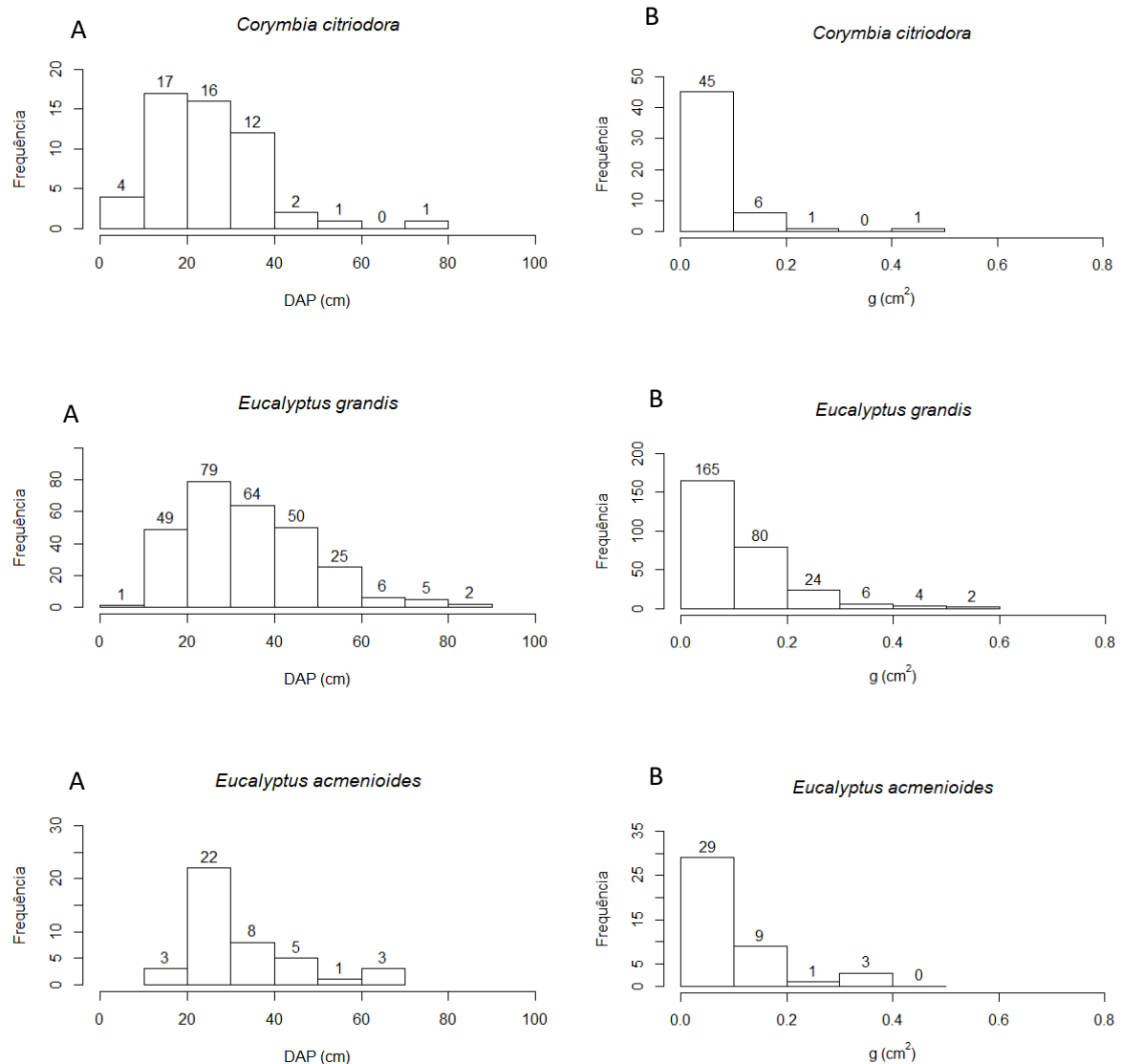
*C. citriodora* apresentou sobrevivência de 53% e sua distribuição diamétrica se concentrou na classe de 10 a 20 cm, mas com ampla participação das classes 20 a 30 cm e de 30 a 40 cm. A classe mais frequente em área seccional foi de até 0,1 cm<sup>2</sup> (figura 5).

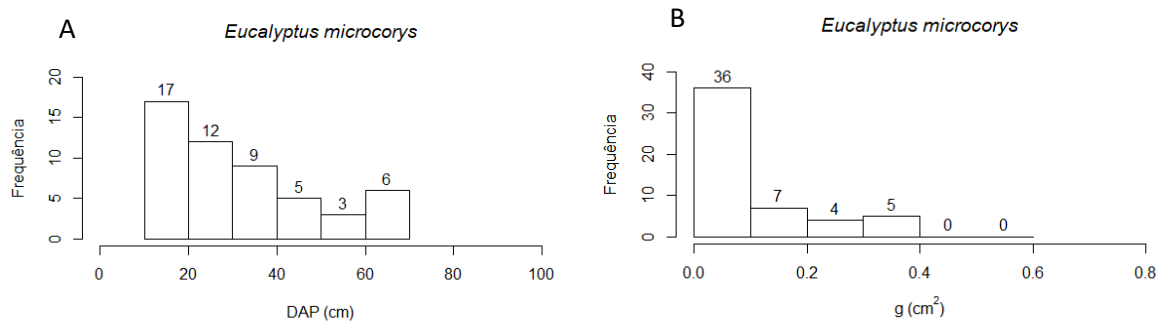
O *E. grandis* foi a espécie mais plantada, sua taxa de sobrevivência foi de 43,2%. A distribuição diamétrica apresentou maior concentração na classe de diâmetro de 20 a 30 cm, sendo que 31% das árvores possuem DAP superiores a 40 cm. A distribuição da área seccional

se mostrou concentrada na menor classe de até 0,1 cm<sup>2</sup>, com poucos indivíduos superiores a 0,4 cm<sup>2</sup> (figura 5).

O *E. acmenoides* e *E. microcorys* apresentaram sobrevivência de 42%. A distribuição diamétrica do *E. acmenoides* se concentrou na classe de 20 a 30 cm, sendo que essa congrega mais de 50% dos indivíduos vivos. O *E. microcorys* possui uma distribuição diamétrica distinta das outras espécies, em que a maior concentração é na classe de 10 a 20 cm com um decréscimo acentuado na medida que as classes aumentam, não apresentando uma distribuição simétrica. A área seccional de ambas espécies apresenta mesmo comportamento de exponencial negativa, sendo que a menor classe ( $g = 0,1 \text{ cm}^2$ ) congrega o maior número de indivíduos (figura 5).

Figura 5 - Caracterização da distribuição do diâmetro a altura do peito (A) e área seccional (B) em *C. citriodora*, *E. grandis*, *E. acmenoides* e *E. microcorys* na região de Lavras MG aos 44 anos.





Fonte (Autor)

As espécies *C. citriodora*, *C. maculata*, *C. torelliana*, *E. acmenoides*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. deanei*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla* estão representados com mais de uma procedência. Na tabela 3, apresenta-se informações básicas do local de origem e número do lote de sementes, a latitude, a longitude, a altitude e o clima característico da região de origem do material implantado no teste em análise. Ao se considerar o local de coleta das sementes, observa-se que procedências oriundas de regiões com características climáticas semelhantes à região de Lavras, MG, obtiveram um maior sucesso de sobrevivência.

Embora a média de sobrevivência de algumas espécies tenha sido baixa, algumas procedências se destacam quanto ao seu potencial de adaptação, como exemplo a espécie *C. citriodora*, cuja sobrevivência média foi de 53%, contudo a procedência de West Herberton apresentou sobrevivência média de 72%. Outras espécies e procedências de destaque foram *C. maculata* de W. Brisbane, com média de 68%, *E. grandis* das procedências de Bellthorpe (72%), Coffs Harbour (60%) e Kyogle (60%), *E. microcorys* de Coff's Harbour (60%), *E. pilularis* das procedências de Brisbane (60%), Bebeburum (66%) e SW. Cassino (70%).

Tabela 3 - Caracterização das espécies de eucalipto quanto à média da sobrevivência (Sob%) por procedência aos 44 anos.

<b>Espécie</b>	<b>Nº Origem</b>	<b>Procedência</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Clima</b>	<b>Sob (%)</b>
<i>C. citriodora</i>	10150	Rockhampton	30	Cfa	34
<i>C. citriodora</i>	10268	W. Herberton	30	Cwa	72
<i>C. intermedia</i>	7146	Brisbane	-	Cfa	80
<i>C. maculata</i>	6168	W. Brisbane	550	Cfa	40
<i>C. maculata</i>	6169	W. Brisbane	550	Cfa	68
<i>C. maculata</i>	10611	Woolgoolga	30	Cfa	18
<i>C. nesophila</i>	6675	Melville Isl.	30	Aw	16
<i>C. torelliana</i>	4	Atherton	488	Cwa	60
<i>C. torelliana</i>	10466	Atherton	-	Cwa	56

<i>C. trachyphloia</i>	10378	Narrabri	230	Cfa	20
<i>E. acmenoides</i>	8	Mt. MeeArea	457	Cfb	54
<i>E. acmenoides</i>	10697	Ne. Gympie	106	Cfa	32
<i>E. andrewsii</i>	10274	E. Glen Innes	1200	Cfb	6
<i>E. brassiana</i>	8206	Cape York	91	Aw	14

Fonte (Autor)

Tabela 3 - (Continuação) Caracterização das espécies de eucalipto quanto média da sobrevivência (Sob%) por procedência aos 44 anos.

<b>Espécie</b>	<b>Nº Origem</b>	<b>Procedência</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Clima</b>	<b>Sob (%)</b>
<i>E. camaldulensis</i>	10544	Lennard River	61	Bsh	6
<i>E. camaldulensis</i>	7080	Newcastle waters	213	Bsh	8
<i>E. camaldulensis</i>	10266	Petford	457	Bsh	30
<i>E. camaldulensis</i>	8214	Spear Creek	430	Bsh	10
<i>E. cloeziana</i>	9771	Duaringa	244	Cfa	52
<i>E. cloeziana</i>	9785	Sw. Kennedy	122	Aw	54
<i>E. deanei</i>	7822	E. Glenn Innes	1067	Cfb	34
<i>E. deanei</i>	10340	W Picton	244	Cfb	20
<i>E. dunnii</i>	9370	Acacia Creek	304	Cfa	23
<i>E. dunnii</i>	9245	Moleton	304	Cfb	28
<i>E. exserta</i>	8968	Maryborough	30	Cfa	32
<i>E. grandis</i>	48	Atherton	790	Cwa	40
<i>E. grandis</i>	42	Atherton Dist.	792	Cwa	22
<i>E. grandis</i>	45	Atherton Dist.	790	Cwa	28
<i>E. grandis</i>	9783	Atherton Dist.	654	Cwa	30
<i>E. grandis</i>	10696	Bellthorpe	457	Cfa	40
<i>E. grandis</i>	10696	Bellthorpe	450	Cfa	72
<i>E. grandis</i>	9753	Coff's Harbour	91	Cfa	60
<i>E. grandis</i>	47	Gympie Dist.	427	Cfa	18
<i>E. grandis</i>	43	Jimna Sub-Dist.	610	Cfa	48
<i>E. grandis</i>	10695	Kenilworth	532	Cfa	54
<i>E. grandis</i>	9535	Kyogle	152	Cfa	60
<i>E. grandis</i>	10693	N. Gympie	76	Cfa	58
<i>E. grandis</i>	10694	Sw. Gympie	76	Cfa	32
<i>E. microcorys</i>	8717	Coff's Harbour	182	Cfa	60
<i>E. microcorys</i>	8717	Gympie Dist.	-	Cfa	42
<i>E. microcorys</i>	27	Gympie Dist.	122	Cfa	2
<i>E. nova-anglica*</i>	9439	Deepwater	-	Cfa	2
<i>E. paniculata</i>	914	Tomerone	61	Cfa	0
<i>E. pellita</i>	7536	Cessnock	335	Cfa	12
<i>E. pellita</i>	10955	Helenvale	36	Aw	50
<i>E. phaeotricha</i>	9782	Sw. Atherlon	975	Cwa	74

\* Procedências com apenas uma única representação.

Fonte (Autor)

Tabela 3 - (Continuação) Caracterização das espécies de eucalipto quanto média da sobrevivência (Sob%) por procedência aos 44 anos.

<b>Espécie</b>	<b>Nº Origem</b>	<b>Procedência</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Clima</b>	<b>Sob (%)</b>
<i>E. pilularis</i>	35	Brisbane Dist.	457	Cfa	54
<i>E. pilularis</i>	37	Brisbane Dist.	366	Cfa	60
<i>E. pilularis</i>	9490	Fraser Island	60	Cfa	54
<i>E. pilularis</i>	9491	Fraser Island	15	Cfa	50
<i>E. pilularis</i>	9492	Gallangowan	580	Cfa	52
<i>E. pilularis</i>	6183	Mt. Glorious	610	Cfb	34
<i>E. pilularis</i>	38	Murgon Dist.	610	Cfa	40
<i>E. pilularis</i>	34	Beerburrum	61	Cfa	66
<i>E. pilularis</i>	9463	Sw. Casino	549	Cfa	70
<i>E. populnea</i>	8969	St. George	213	Bsw	0
<i>E. propinqua</i>	8718	Jimna Dist.	-	Cfa	48
<i>E. propinqua*</i>	3	Rockhampton	120	Cfa	21
<i>E. quadrangulata</i>	8706	Tongarra	91	Cfb	6
<i>E. saligna</i>	7808	Bulahdelah	213	Cfb	6
<i>E. saligna</i>	10698	Kenilworth	532	Cfa	28
<i>E. saligna</i>	7786	Nth. Winsor	304	Cfa	38
<i>E. saligna</i>	23	YarramanDist.	488	Cfa	24
<i>E. tereticornis</i>	10054	Atherton	15	Cwa	22
<i>E. tereticornis</i>	9054	Bulolo	-	Af	0
<i>E. tereticornis</i>	10954	Helenvale	140	Aw	12
<i>E. tereticornis</i>	10056	Mackay Dist.	60	Cfa	20
<i>E. tereticornis*</i>	29	Mackay Dist.	610	Cfa	22
<i>E. urophylla</i>	9016	Ermera	580	Aw	34
<i>E. urophylla</i>	10140	Queorema	2040	Aw	40

\* Procedências com apenas uma única representação.

Fonte (Autor)

#### 4 DISCUSSÃO

A sobrevivência é uma das principais características utilizadas para avaliar a adaptação da espécie a uma nova região (ODA et al., 1986). Similaridades climáticas e geográficas com o ambiente de origem e de introdução são os principais fatores que atuam sobre a adaptação e desempenho silvicultural das espécies, conforme Ferreira e Couto (1981) observaram para as oito espécies de eucaliptos testadas em várias localidades de Minas Gerais e Espírito Santo. Ouiqu, Martins e Shimizu (2001) levantaram questionamentos quanto à análise isolada da

sobrevivência como um parâmetro de adaptação, ressaltando que falhas técnicas na produção das mudas, incêndios e ataques de formigas cortadeiras podem mascarar o real potencial de algumas espécies. Contudo, o rigor científico e o cuidado com a metodologia aplicada visam reduzir este tipo de erro operacional.

Das espécies que apresentaram maior sobrevivência, acima de 70% após mais de quatro décadas de plantio, apenas a *E. phaeotricha* de procedência do sudoeste de Atherton (9782) apresenta similaridade climática com a região de Lavras, ambas com clima Cwa segundo Koopen. Altas taxas de sobrevivência também foram encontradas em outras localidades com a mesma classificação climática Cwa, como a introdução desta espécie em Anhembi -SP, que apresentou uma sobrevivência média, aos nove anos de idade, de 66%, conforme observações de Ferreira et al. (1992). Os mesmos autores concluem que a espécie possui crescimento potencial e se destaca pela qualidade da madeira, além de recomendarem o uso de sementes oriundas de Atherton, para a implantação de populações bases para futuros programas de melhoramento visando usos múltiplos da madeira. Em Lassance – MG, clima Cwa, Silva, Pires e Araújo (1992) observaram sobrevivência de 100%, aos sete anos, e 94% de rebrota para a *E. phaeotricha* de procedência de Atherton, recomendando como uma espécie potencial para a produção de carvão no cerrado mineiro.

As espécies *C. intermedia* e *E. propinqua*, apesar de serem oriundas de regiões climáticas que possuem chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano (Cfa), apresentaram elevada sobrevivência no clima Cwa, no qual o inverno apresenta déficit hídrico moderado. Segundo a classificação de aptidão climática de espécies de eucalipto de Flores et al. (2016), a região de Lavras possui uma alta aptidão climática para a espécie *C. intermedia*. Ambas espécies mostram uma predileção por regiões com ampla disponibilidade de água, sendo que em populações naturais na Austrália, foram observados maiores incrementos em diâmetro em locais com precipitação acima de 2000 mm (NGUGI e BOTKIN, 2011; NGUGI et al., 2015).

Espécies originárias de regiões de climas semiáridos (Bsw e Bsh) como *E. camaldulensis* e *E. populnea* apresentaram em geral uma baixa sobrevivência, devido ao ambiente não apresentar as condições com as quais essas espécies evoluíram. Conforme Flores et al. (2016), *E. camaldulensis* em suas duas subespécies, apresentam adaptação moderada à região do Sul de Minas Gerais. Contudo, como a maior sobrevivência foi de 30% na procedência de Petford pode-se considerar que a adaptação em Lavras está aquém de moderada.



A baixa sobrevivência, tanto de *E. camaldulensis*, como de *E. paniculata*, também foi constatada na região norte do Paraná (OUIQUL, MARTINS e SHIMIZU, 2001). Oda et al. (1986) constatam que a espécie *E. camaldulensis* apresentou uma adaptação e crescimento superiores às demais, no Maranhão, cujo clima é similar ao da sua distribuição natural. Tais observações reforçam a hipótese de que as condições climáticas distintas do semiárido não são adequadas para a espécie. Moura et al. (1980) concluem que o *E. populnea* não apresenta boas características de adaptação a regiões com baixo déficit hídrico, como a região de Lavras. Contudo, a espécie possui maiores incrementos em locais com pluviosidade de até 600 mm, conforme relatado por Ngugi et al. (2015). Isso se deve ao mesmo fato de ser uma espécie originária de regiões semiáridas (AUSTIN e WILLIAMS, 1988), com características como a alta tolerância a solos salinos, conforme observado por Madsen e Mulligan (2006), tanto para *E. populnea*, quanto para *E. camaldulensis*.

As procedências oriundas de regiões com climas similares ao encontrado em Lavras, Cwa, apresentaram em geral uma boa sobrevivência. Exceção a isso são as procedências de *E. grandis* e de *E. tereticornis*, todas oriundas de populações da região de Atherton. A baixa sobrevivência das procedências de *E. grandis* desta região foi observada por Hunde et al. (2003) e mencionadas por Moura et al. (1980), sendo muito provável que exista uma baixa sanidade da população original. A altitude é uma das variáveis ambientais com maior efeito na adaptação e desempenho (FERREIRA e COUTO, 1981) sendo esta uma possível explicação da maior mortalidade encontrada em *E. tereticornis*, uma vez que Lavras se situa a 920 m de altitude e a procedência de Atherton, a 15 m acima do nível do mar.

A distribuição diamétrica de uma floresta nativa se caracteriza pela ampla concentração de indivíduos nas menores classes e poucos indivíduos nas maiores classes (SANTOS et al., 2016). Em contrapartida, o comportamento da distribuição diamétrica de um plantio comercial tende a ser normal ao longo do tempo, nos primeiros anos com uma alta concentração em classes menores e uma amplitude estreita, sendo esta dilatada ao longo dos anos, segundo as observações de Maragon et al. (2017). A distribuição diamétrica da população em estudo (figura 1) não se enquadra em nenhuma das descritas anteriormente, sendo o resultado de um plantio em que alguns tratos silviculturais não foram realizados ao longo destes 40 anos, tais como desbastes, prática que levaria ao maior incremento em diâmetro dos indivíduos remanescentes.

O crescimento em diâmetro é influenciado e limitado pelo espaçamento entre os indivíduos, sendo o trato silvicultural do desbaste responsável pela redução da densidade de árvores, diminuindo assim a competição entre os indivíduos e aumentando os recursos

disponíveis. Com a aplicação desta prática, existe um aumento no incremento de diâmetro, conforme observado por Pezuniti et al. (2016). Caso não seja realizado, conforme o envelhecimento da população, existe uma crescente competição entre os indivíduos próximos, ocasionando uma estagnação no crescimento em diâmetro e, em casos extremos, levando parte das árvores à morte (FERREIRA et al., 2017; MACHADO et al., 2006; KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Como na comunidade florestal estudada nenhum desbaste foi realizado nos últimos 44 anos, a estagnação do diâmetro e mortalidade devido à competição por recursos é um fenômeno a ser considerado.

Uma alta mortalidade proporcionou a algumas espécies uma menor competição por recursos, o que resultou em maiores diâmetros médios. Um exemplo deste fenômeno foi encontrado nas parcelas da espécie *E. andrewsii*, as quais apresentaram um total de três indivíduos vivos, sendo dois deles acima de 70 cm de diâmetro, o que elevou o ranqueamento da espécie na lista de maiores DAP médios e classificou a espécie como a maior em área seccional. O efeito contrário também é verdadeiro, sendo que as espécies que apresentaram maiores sobrevivências, tiveram seus indivíduos expostos a maiores competições, ocasionando na estagnação do crescimento em diâmetro. Portanto, a avaliação das informações do DAP e g após 44 anos deve ser ponderada de acordo com a sobrevivência da espécie, sendo usado somente como uma referência ao potencial das espécies.

Quanto ao desenvolvimento em diâmetro, Moura et al. (1980) mencionaram o potencial das espécies *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. cloeziana* e *E. phaeotricha* como as melhores na região de Lavras, para este plantio, quando avaliado aos 3,5 e aos 4,5 anos. A espécie *E. acmenoides* ganhou destaque entre as que apresentam bom desempenho em todas as características avaliadas 44 anos depois. Ngugi et al. (2015) destacam que esta espécie tem seu bom desenvolvimento em regiões de pluviosidade próximas a 1200 mm, condição similar a encontrada em Lavras, segundo Dantas, Carvalho e Ferreira (2007).

As espécies com os piores desenvolvimentos observados por Moura et al. (1980) e pelos resultados deste trabalho foram *C. nesophila*, *E. brassiana*, *E. dunnii*, *E. quadrangulata*, *E. paniculata* e *E. populnea*. Entretanto, as espécies *C. intermedia* e *E. acmenoides*, anteriormente citadas como espécies de baixa aptidão para a região, demonstraram, na avaliação aos 44 anos, uma boa adaptação às condições de Lavras, se destacando quanto ao diâmetro. Neste trabalho as espécies *E. trachypholia*, *E. tereticornis*, *E. nova anglica* foram adicionadas as de pior desempenho na região de Lavras, quando avaliadas aos 44 anos.

## 5 CONCLUSÃO

As espécies *C. intermedia*, *E. phaeotricha*, *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. acmenoides* mostram grande potencial de adaptação à região de Lavras.

Dentre as procedências, destacam-se, com sobrevivências acima de 60%: *C. citriodora* (102608) de Heberton, *C. intermedia* (7146) de Brisbane, *C. maculata* (6169) de Brisbane, *C. torelliana* (4) de Atherton, *E. grandis* das procedências de Bellthorpe (10696), Coff's Harbour (9753) e Kygole (9535), *E. phaeotricha* (9782) de Atherton, e as procedências de *E. pilularis* de Cassino (9463), Beerburrum (34) e Brisbane (37).

## REFERÊNCIAS

- AUSTIN, M. P.; WILLIAMS, O. B. Influence of climate and community composition on the population demography of pasture species in semi-arid Australia, **Vegetatio**, Dordrecht, v. 77, p.43-49, 1988.
- BRAZILIAN TREE INDUSTRY, **Report 2017**. [S.l: s.n.], 2017.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- FERREIRA, C. A.; COUTO, H. T. Z. Influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 3, p. 9-35, 1981.
- FERREIRA, M. et al. Teste de populações de *Eucalyptus phaeotricha* Blakely & Mckie em Anhembi, SP, **IPEF**, Piracicaba, n.45, p. 1-13, 1992.
- FERREIRA, P. I. et al. Dinâmica de bracatingais inequiâneos sob diferentes condições ambientais no planalto sul catarinense, **Floresta**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 43-54, 2017.
- FLORES, T. B. et al. **Eucalyptus no Brasil**: Zoneamento climático e guia para identificação. Piracicaba: IPEF, 2016. 448p.
- FONSECA, S. M. et al. **Manual prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**, Viçosa: ed. UFV, 2010. 200 p.
- GOLFARI, L. **Esquema de zoneamento ecológico florestal para o Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestais do IBDF na região do Cerrado, 1974. 12 p.
- HUNDE, T. et al. Growth and form of *Eucalyptus grandis* provenances at Wondo Genet, southern Ethiopia. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 66, n. 3, p. 170-175, 2003.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
- MACHADO, S. A. et al. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba, **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p.759-768, 2006.
- MADSEN, P. A.; MULLIGAN, D. R. Effect of NaCl on emergence and growth of a range of provenances of *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus populnea*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Acacia salicina*. **Forest Ecology and Management**, v. 228, p.152-159, 2006.
- MARAGON, G. P. et al. Dinâmica da distribuição diamétrica e produção de eucalipto em diferentes idades e espaçamentos, **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 60, n. 1, p. 33-37, 2017.
- MOURA, V. P. G. Resultados de pesquisa com varias procedências de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, no Centro-Leste do Brasil. **Boletim de Pesquisa. EMPRAPA/CPAC**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-22, 1981.
- MOURA, V. P. G. et al. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo: resultados parciais. **Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAC**, Brasília, v. 1, n. 1, p.1 -104, 1980.
- NGUGI, M. R. et al. Growth rates of *Eucalyptus* and other Australian native tree species derived from seven decades of growth monitoring, **Journal of Forest Research**, v. 26, n. 4, p. 811-826, 2015.

NGUGI, M. R.; BOTKIN, D. B. Validation of a multispecies forest dynamics model using 50-year growth from *Eucalyptus* forests in eastern Australia, **Ecological Modelling**, v. 222, p. 3261-3270, 2015.

ODA, S. et al. Introdução de espécies/procedências de *Eucalyptus* na região sub-úmida do estado do Maranhão, **IPEF**, Piracicaba, n. 34, p. 57-61,1986.

OUIQUL, E. M.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. V. 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.

PEZUNITI, R. V. et al. Estudo e modelagem do crescimento em diâmetro de povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a podas e desbastes na Argentina, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1225-1237,2016.

SANTOS, R. O. et al. Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil, **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 24-31, 2016.

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

## ANEXO A

Os dados históricos dos experimentos, como croqui, adubação e tratos silviculturais aplicados na implantação são apresentados a seguir.

Croqui da área experimental:

Figura 6 – Área experimental, com a localização dos testes de espécies e procedências.

CPFRC/B-8					CPFRC/B-9					CPFRC/B-1										
1	5	9	13	17	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
2	6	10	14	18	4	9	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74	79
3	7	11	15	19	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63	68	73	78
4	8	12	16	20	2	7	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77
					1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76
VIVEIRO - ESTRADA																				
Bloco A																				
4	8	12	16	20																
3	7	11	15	19																
2	6	10	14	15																
1	5	9	13	17																

Fonte (Autor desconhecido)

O bloco identificado como “Bloco A” localizado na parte de baixo da “Viveiro – estrada” pertence ao teste CPFRC/B-8, identificado como B8-B em croqui específico abaixo.

O plantio foi realizado utilizando adubação de base com formulação NPK 09:28:05 + micros, na dosagem de 70 g da mistura/cova. A desinfecção das covas foi realizada com aldrin 25%. As parcelas foram alinhadas para terem cinco linhas e cinco colunas, totalizando 25 árvores por parcela.

### Experimento CPFRC/B-1

Teste de Procedências e Espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia*

Data de Plantio: 29 e 30/01/1974

Objetivo: Estudar o comportamento de 15 espécies de 20 procedências distintas (Tabela 1), em três regiões bioclimáticas do Brasil

Figura 7 – Croqui de localização de parcelas em campo do teste B-1 com nome das espécies e lote de sementes.

<b>X - 5</b>				<b>X - 2</b>							
Saligna 7786	Grandis 9753	Citriodora 10258	Camaldulensis 10266	Cloeziana 9785	Phaectricha 9762	Cloeziana 9771	Nesophila 6675				
<b>Y - 4</b>				<b>Y - 1</b>							
Grandis 9782	Phaectricha 10466	Torelliana 10466	Saligna 7808	Microcorys 8717	Tereticornis 18858	Saligna 7786	Cloeziana 9771				
<b>X - 4</b>				<b>X - 3</b>				<b>X - 1</b>			
Grandis 9535	Dunii 9370	Microcoris 8717	Pilularis 9492	Tereticornis 10056	Exserta	Torelliana 10465	Urophylla 8815	Grandis 10696	Tereticornis 10054	Saligna 7808	Propinqua 8718
<b>Y - 3</b>				<b>Y - 2</b>				<b>Y - 5</b>			
Cloeziana 9745	Grandis 9535	Citriodora 10258	Tereticornis 11054	Propinqua 8718	Camaldulensis 10285	Dunii 3370	Exserta 8968	Nesophila 5675	Grandis 10696	Urophylla 9016	Pilularis 9492

---

ESAL - 2 KM

Fonte (Autor desconhecido)

### Experimento CPFRC/B-8

Teste de Procedências de *Eucalyptus e Corymbia*

Plantio: 22/01/1975

Objetivo: Testar o comportamento de 20 espécies de melhor comportamento em testes anteriores, em 12 localidades.

Figura 8 – Croqui de localização de parcelas em campo do teste B-8 com nome da espécie e lote de sementes.

microcorys 8717	urophylla 10135	nova-anglica 9439	dunii 9370	brassiana 8206
maculata 10611	grandis +48 (0)	deanei 10340	torelliana +4	cloeziana 9785
saligna 10698	citriodora 10150	andrewsi 10274	tereticornis +29	acmenioides 10697
pellita 10955	propinqua +3	camaldulensis 10533	nesophila 6675	pilularis 9492

VIVEIRO - ESTRADA

propinqua +3	brassiana 8206	grandis +48	dunii 9370	acmenioides 10697
camaldulensis 10533	torelliana +4	maculata 10611	pilularis 9492	microcorys 8717
tereticornis +29	cloeziana 9785	andrewsi 10274	urophylla 10135	pellita 10955
nova-anglica 9439	citriodora 10150	nesophila 6675	saligna 10698	deanei 10340

Fonte (Autor desconhecido)

### Experimento CPFRC/B-9

Teste de Procedência de *Eucalyptus e Corymbia*

Plantio – 22/01/1975.

Objetivo: Estudar as espécies e procedências que melhor se adaptassem às condições de menor déficit hídrico.

Figura 9 – Croqui de localização de parcelas em campo do teste B-9.

Acmenioides +8	Paniculata 9134	Pilularis 9490	Camaldulensis 10544	Pilularis +34	Deanei 7822	Maculata 6168	Camaldulensis 7080
Grandis +43	Tereticornis 10054	Pilularis 9463	Grandis +42	Grandis 10694	Pilularis +37	Pellita 1095	Tereticornis 1095
Saligna +23	Populnea 8969	Pellita 7536	Grandis 10695	Pilularis 9491	Quadrangulata 8706	Maculata 6169	Pilularis 6183
Pilularis +35	Grandis +47	Grandis +45	Microcorvys +27	Deanei 10340	Pilularis +38	Tereticornis 10056	Dunnii 9245
Dunnii 9370	Grandis 10693	Trachyphlota 10378	Camaldulensis 8214	Grandis 10696	Tereticornis 9054	Grandis 9054	Intermédia 8714

Microcorvys +27	Pilularis +38	Quadrangulata 8706	Populnea 8969	Intermedia 8714	Deanei 7822	Dunnii 9245	Pilularis 6183
Acmenioides +8	Maculata 6168	Tereticornis 10054 (03)	Grandis +45	Pellita 10955	Pilularis 9491	Maculata 6169	Pilularis 9463
Grandis 9783	Pellita 7536	Grandis 10694 (04)	Grandis 10693	Paniculata 9134	Pilularis +35	Grandis +47	Grandis 10695
Tereticornis 9054	Pilularis +34	Grandis +43 (14)	Grandis 10696	Tereticornis 10954	Saligna +23	Grandis +42	Pilularis +37
Tereticornis 10056	Camaldulensis 8214	Camaldulensis 10544 (27)	Camaldulensis 9490	Pilularis 9490	Trachyphloia 10378	Dunnii 9370	Deanei 10340

Fonte (Autor desconhecido)



**ARTIGO 2 - VARIABILIDADE E SELEÇÃO DE MATRIZES EM NOVE  
ESPÉCIES DE EUCALIPTO, AOS 44 ANOS APÓS O PLANTIO**

**Artigo formatado conforme a NBR 6022 (ABNT, 2003) e adaptado as exigências do  
Manual de Normalização de Trabalhos Acadêmicos da UFLA.**

## RESUMO

Este trabalho visou verificar a existência de variabilidade genética adequada para iniciar um programa de melhoramento em nove espécies de eucalipto e testar dois métodos de seleção de indivíduos superiores visando a implantação de um pomar de produção de sementes melhoradas. Para tanto, foi realizado em 2018 um censo nas espécies *Corymbia citriodora*, *Corymbia intermedia*, *Corymbia maculata*, *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus acmenoides*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus phaeotricha* e *Eucalyptus pilularis*, mensurando o diâmetro à altura do peito (DAP). Foi estabelecido o critério de seleção de dez matrizes por espécie. Os componentes da variância foram estimados utilizando o procedimento REML/BLUP por meio do *software* Selegem. A seleção foi realizada segundo o DAP através do método massal e por modelo computacional em delineamento linha e coluna. A comparação dos modelos foi realizada segundo a correlação de Spearman e através dos parâmetros de seleção. O coeficiente de variação genética para o DAP variou entre 10 a 18% entre as espécies selecionadas, sendo adequado para o início de um programa de melhoramento, entretanto observada uma baixa herdabilidade do caráter, variando entre 0,08 e 0,15. A correlação de Spearman foi próxima a zero para a maioria das espécies, o que demonstra a distinção entre os métodos. Para a espécie *E. phaeotricha*, entretanto, a correlação foi de 0,981, demonstrando similaridade entre os ordenamentos. Por estimar a variação ambiental e o índice de falhas, o método assistido por modelo estatístico em delineamento linha e coluna é o mais recomendado para a seleção de indivíduos superiores.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*. *Corymbia*. Híbridação. Melhoramento genético.

## ABSTRACT

This work aimed to verify the existence of adequate genetic variability to initiate an improvement program in nine species of eucalyptus and to test two methods of selection of superior individuals aiming the implantation of an orchard of improved seed production. A census of the species *Corymbia citriodora*, *Corymbia intermedia*, *Corymbia maculata*, *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus acmenoides*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus phaeotricha* and *Eucalyptus pilularis* measuring diameter at breast height (DBH) was carried out in 2018. The criterion of 10 matrices per species was established. The components of the variance were estimated using the REML/BLUP procedure using Selegem software. The selection was performed according to the DBH through the mass method and by computational model in line and column design. The models were compared according to the Spearman correlation and through the selection parameters. There is a high genetic variation coefficient for DBH varying between 10% and 18% among the selected species, desirable for the beginning of an improvement program, however observed a low heritability of the character ranging from 0.08 to 0.15. The Spearman correlation was close to zero for most species, which demonstrates the distinction between the methods. For the *E. phaeotricha* species, however, the correlation was 0.981, showing similarity between the orders. By estimating the environmental variation and the failure index the method assisted by statistical model in a row and column design is the most recommended for the selection of superior individuals.

**Keywords:** *Eucalyptus*. *Corymbia*. Hybridization. Genetic improvement.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção com baixo custo e alta qualidade vem sendo o foco do melhoramento florestal do eucalipto (ASSIS, 2000). O baixo custo está associado a características silviculturais específicas, como a alta sobrevivência, a boa adaptação a condições edafoclimáticas e a alta produção volumétrica de madeira, enquanto a alta qualidade do produto final é vinculada tanto ao uso industrial final, quanto às propriedades físico-anatômicas da madeira. Por exemplo, para a produção de carvão, são desejáveis as características de alta densidade básica e altos teores de lignina (REZENDE, RESENDE e ASSIS, 2014).

Em tal cenário, o uso da hibridação tem sido extenso, pois traz como benefícios a capacidade de combinar os atributos de diferentes espécies e explorar a heterose (Assis, 2000). Atualmente, destacam-se os híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e *E. urophylla* x *E. globulus*, os quais têm proporcionado ganhos na qualidade de celulose, assim como os híbridos de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* para a produção de carvão no Cerrado (BRUN, FERRAZ e ARAÚJO, 2013; ZANUCIO et al., 2018; ZHU et al., 2017; FONSECA et al., 2010).

A exploração de novos híbridos é essencial na busca de genótipos mais adaptados e produtivos. O gênero *Corymbia*, possui uma boa capacidade de formação de híbridos interespecíficos, com destaque para os cruzamentos entre *C. torelliana* x *C. citriodora* (DICKINSON et al., 2007; LEE et al., 2009). O gênero *Eucalyptus* se subdivide nos subgêneros *Symphyomyrthus*, o qual possui a maioria das espécies comercialmente exploradas (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. deanei*, *E. propinqua*, *E. urophylla*, *E. microcorys*, *E. dunnii*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. exserta*, *E. brassiana*, entre outros), *Idiogenes*, com única espécie, o *E. cloeziana*, e o subgênero *Monocalyptus*, no qual o *E. pilularis* pertence (REZENDE, RESENDE e ASSIS, 2014). A hibridização entre espécies pertencentes a diferentes subgêneros é rara, contudo há a espécie *E. acmenoides* que é capaz de hibridizar com as espécies *E. cloeziana* e *E. pilularis* (HILL, 1999; STOKOE et al., 2001). Maiores sucessos são encontrados nas hibridizações dentro dos subgêneros e entre as seções dentro dos subgêneros (GRIFFIN, BURGESS e WOLF., 1988; ASSIS, 2000).

A seleção dos genitores para a formação de um pomar de hibridização é o primeiro e mais delicado passo do programa de melhoramento, uma vez que este estabelece as bases iniciais para os futuros testes e ganhos (CRUZ e CARNEIRO, 2003; ROCHA et al., 2007). Os métodos de seleção usados evoluíram da seleção massal, a qual é baseada no fenótipo e sem controle ambiental, para o uso de modelos lineares mistos por meio de predição de valores

genéticos individuais via procedimento BLUP (melhor preditor linear não viesado) (KAGEYAMA e VENCOVSKY, 1983; RESENDE e HIGA, 1994; FONSECA et al., 2010).

Neste contexto, este trabalho visa averiguar se existe uma variabilidade genética adequada para um programa de melhoramento e propor um método de seleção dos melhores indivíduos de nove espécies de eucalipto, aos 44 anos de idade, a fim de realizar o resgate e implantar um pomar de produção de sementes melhoradas e um teste de espécies e progênies.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Originalmente, um teste de espécies e procedências foi implantado em Lavras, Minas Gerais, no ano de 1974, numa altitude de 925 m, apresentando características climáticas subtropicais como o inverno seco e o verão úmido, sendo classificada como Cwa na classificação climática de Köppen (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Os indivíduos que compõem este teste são provenientes do programa de introdução e reintrodução de espécies de eucalipto e seus gêneros, organizado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) (MOURA, 1981; MOURA et al., 1980). Para este estudo foram consideradas as espécies que melhor se adaptaram às condições ambientais de Lavras, sendo elas: *C. citriodora*, *C. intermedia*, *C. maculata*, *C. torelliana*, *E. acmenoides*, *E. cloeziana*, *E. grandis*, *E. phaeotricha*, *E. pilularis*.

No ano de 2018 foi realizado o censo das árvores por espécie, mensurando o diâmetro à altura do peito (DAP). Devido aos distintos percentuais de sobrevivência das espécies, houve um número variado de indivíduos dentro de cada espécie, sendo: 53 indivíduos de *C. citriodora*, 40 indivíduos de *C. intermedia*, 63 indivíduos de *C. maculata*, 58 indivíduos de *C. torelliana*, 42 indivíduos de *E. acmenoides*, 80 indivíduos de *E. cloeziana*, 281 indivíduos de *E. grandis*, 37 indivíduos de *E. phaeotricha* e 269 indivíduos de *E. pilularis*.

Levando em consideração que, ao longo de 44 anos do plantio, a estrutura experimental original se degradou, a análise da variável utilizou o modelo 58 do *Software* Selegen REML/BLUP. Com este modelo, as avaliações genéticas de plantas igualmente espaçadas em plantios podem ser analisadas sob o delineamento de linhas e colunas com parcelas de plantas únicas (RESENDE, 2007). O modelo estatístico misto na forma matricial é assim descrito:

$$y = Xu + Zg + Wl + Tc + e$$

Em que, “y” é o vetor de dados, “u” é o escalar referente à média geral, “g” é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), “l” é o vetor dos efeitos de linha (assumidos como aleatórios), “c” é vetor dos efeitos de coluna (assumidos como aleatórios) e “e” é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas (X, Z, W e T) representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os componentes da variância foram estimados utilizando o procedimento REML/BLUP (Restrict Maximum Likelihood / Best Linear Unbiased Prediction). O procedimento REML foi utilizado pelo fato da existência de desbalanceamento dos dados, devido à mortalidade de plantas. Os componentes estimados foram:  $V_g$  = variância genotípica;  $V_{linha}$  = variância ambiental entre linhas;  $V_{coluna}$  = variância ambiental entre colunas;  $V_e$  = variância residual;  $V_f$  = variância fenotípica individual;  $h^2$  = herdabilidade no sentido amplo;  $h^2_{aj}$  = herdabilidade individual no sentido restrito, ajustada para os efeitos linha e coluna.

A seleção dos indivíduos foi realizada visando a formação de um pomar de produção de sementes melhoradas, com pelo menos dez árvores de cada espécie. A fim de se cumprir o requisito estabelecido, foram aplicadas intensidades de seleção distintas para cada espécie, conforme tabela 1. A seleção e ordenamento dos genótipos foram realizados de duas formas distintas. A primeira, sendo uma seleção massal na qual selecionou e ranqueou os indivíduos conforme sua característica fenotípica, ou seja, foi realizado o ranqueamento em ordem decrescente do valor do DAP. Na segunda, foi realizado o ordenamento pelo valor genotípico predito pelo modelo estatístico. Os ordenamentos foram comparados segundo a correlação de posto de Spearman. O diferencial de seleção, e o ganho de seleção predito foram calculados para os dois métodos de seleção.

Tabela 1 – Intensidade de seleção empregada para as diferentes espécies de eucalipto.

<b>Espécie</b>	<b>Intensidade de seleção (%)</b>
<i>C. citriodora</i>	18,0
<i>C. intermedia</i>	25,0
<i>C. maculata</i>	16,0
<i>C. torelliana</i>	17,0
<i>E. acmenoides</i>	24,0
<i>E. cloeziana</i>	12,0
<i>E. grandis</i>	4,0
<i>E. phaeotricha</i>	27,0
<i>E. pilularis</i>	4,0

Fonte (Autor)

### 3 RESULTADOSE DISCUSSÃO

As variâncias, parâmetros genéticos e as médias de DAP das espécies estudadas são apresentados na tabela 2. Pode-se notar que existe uma alta variância fenotípica ( $V_f$ ) dentro de cada espécie, sendo a maior encontrada dentro da *C. intermedia* (415,53), e a menor dentro da *C. torelliana* (91,28), contudo, todas apresentam valores expressivos. A variância ambiental é retratada pela variância entre as linhas ( $V_{linha}$ ) e pela variância entre as colunas ( $V_{coluna}$ ), sendo observado que dentro das espécies *C. torelliana* e *E. phaeotricha* houve uma baixa variância ambiental, enquanto o oposto pode ser observado com a elevada variação entre as linhas de *C. intermedia*. A variância genética ( $V_g$ ) foi elevada para o DAP, aos 44 anos, em Lavras para as nove espécies, sendo que esta variou entre 10,64 no *E. cloeziana* e 35,45 no *E. phaeotricha*.

O coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) expressa a magnitude da genética em relação à média do caráter (RESENDE e HIGA, 1994). Berti (2010), em revisão de literatura, estimou a média do coeficiente de variação genética para o DAP como 9,16%, levando em consideração cinco espécies de eucaliptos em diversas idades e localidades. É elevada a variação dos coeficientes de variação genética entre as espécies e as idades, sendo que Sato et al. (2007) observaram, em *E. resinifera* aos 21 anos, um  $CV_g$  de 2,60% para o DAP e Martins, Martins e Correia (2001) encontraram um  $CV_g$  de 36,23%, em *E. grandis* aos 3,8 anos. Para o DAP das espécies analisadas aos 44 anos (Tabela 1), o maior coeficiente foi obtido nas espécies *C. maculata* e *E. phaeotricha*, ambas com 18% e o menor coeficiente foi de 10% para a espécie *E. cloeziana*, sendo todos considerados elevados. Lush (1964) ressalta que a existência da variação genética entre os diferentes acessos, indica a possibilidade de melhoramento desse caráter e consideráveis ganhos com a seleção.

De acordo com Bueno, Mendes e Carvalho (2006), a herdabilidade explica a proporção herdável da variabilidade total através da proporção de variância genética sobre a variância fenotípica total. O controle ambiental, a idade das árvores e a característica em avaliação causam uma flutuação na magnitude da herdabilidade, conforme observado por Castro (1992), que observou variações na herdabilidade entre 4 e 86%. As herdabilidades, tanto no sentido amplo ( $h^2$ ), quanto individual ajustada aos efeitos de ambientais ( $h^2_{aj}$ ) para a característica em análise aos 44 anos, foram baixas, sendo que  $h^2$  variou entre 6 e 15% e a  $h^2_{aj}$  variou entre 12 e 15%, contrastante com o valor de 67% observado por Tolfo et al.(2005) para a mesma característica.

Tabela 2 -Parâmetros genéticos das matrizes de eucalipto por espécie, aos 44 anos em Lavras-MG.

Espécie	Vg	Vlinha	Vcoluna	Ve	Vf	CVg	h <sup>2</sup>	h <sup>2</sup> aj	DAP
<i>C. citriodora</i>	13,54	28,69	14,66	97,90	154,79	0,15	0,09	0,12	25,24
<i>C. intermedia</i>	26,25	176,51	18,84	193,88	415,53	0,17	0,06	0,12	30,59
<i>C. maculata</i>	22,66	38,31	1,90	147,06	209,93	0,17	0,11	0,13	27,50
<i>C. torelliana</i>	12,32	0,13	8,17	70,66	91,28	0,13	0,14	0,15	26,72
<i>E. acmenoides</i>	16,36	13,92	34,41	117,77	182,46	0,12	0,09	0,12	32,74
<i>E. cloeziana</i>	10,64	65,80	0,62	70,88	147,94	0,10	0,07	0,13	31,65
<i>E. grandis</i>	16,68	46,03	21,38	123,59	207,68	0,12	0,08	0,12	34,05
<i>E. phaeotricha</i>	35,45	1,76	0,81	196,55	234,56	0,18	0,15	0,15	32,24
<i>E. pilularis</i>	15,03	18,30	45,23	110,66	189,22	0,11	0,08	0,12	34,30

Vg: variância genotípica; Vlinha: variância ambiental entre linhas; Vcoluna: variância ambiental entre colunas; Ve: variância residual; Vf: variância fenotípica, CVg: coeficiente de variação genético; h<sup>2</sup>: herdabilidade; h<sup>2</sup>aj: herdabilidade individual no sentido amplo, ajustada aos efeitos de linha e coluna.

Fonte (Autor)

O ordenamento dos genótipos tanto pelo auxílio do modelo 58, em delineamento linha e coluna, quanto pelo método massal, apresentaram distinções (Tabelas 3 e 4). Através da correlação de posto de Spearman (CS) pode-se quantificar a similaridade do ordenamento entre os métodos de seleção (Tabela 5). Os ordenamentos, na maioria das espécies, apresentaram um CS próximos a zero, significando que os ordenamentos não são correlacionados. Contudo, para a espécie *E. phaeotricha*, o CS foi de 0,918, muito próximo a 1, denotando que os métodos de seleção apresentam uma forte correlação positiva entre si, sendo ambos altamente similares. Possivelmente, esta alta similaridade esteja relacionada ao fato de existir uma baixa variação ambiental retratada entre as linhas e colunas e uma alta variação fenotípica e genotípica, o que torna a seleção massal menos propensa ao erro.

As matrizes selecionadas pelo método massal apresentam maiores diferenciais de seleção, ganhos de seleção e médias superiores de DAP na próxima geração que as matrizes selecionadas pelo modelo (Tabela 5). Conforme Bueno, Mendes e Carvalho (2006) descreveram, a seleção massal realizada somente a partir dos valores fenotípicos dos indivíduos apresenta baixo controle ambiental, o que, por consequência, superestima o potencial dos indivíduos, caso exista um efeito ambiental forte. A utilização de modelos que quantificam a variação ambiental levando em consideração o número de falhas e o posicionamento geográfico destas, prediz de forma mais acurada o potencial dos indivíduos (RESENDE; THOMPSON e WELHAM. 2006).



Portanto, apesar dos indivíduos selecionados pelo modelo de linha e coluna apresentarem, tanto o diferencial de seleção, quanto o ganho de seleção e a média do DAP menores que as selecionadas pelo método massal, estas estão melhor preditas que aquelas. Isto ocorre porque na sua seleção, levou-se em consideração o componente ambiental de forma espacializada. Quando em condições de baixa variação ambiental e alta variação fenotípica e genotípica, existe uma correlação alta entre os ordenamentos, sendo os métodos similares nesta condição.

Tabela 3 - Ordenamento dos dez melhores indivíduos (números das matrizes) das espécies do gênero *Corymbia*, segundo o modelo em delineamento linha e coluna e por seleção massal, aos 44 anos em Lavras-MG.

Espécies	<i>C. citriodora</i>		<i>C. intermedia</i>		<i>C. maculata</i>		<i>C. torelliana</i>	
	Modelo	Massal	Modelo	Massal	Modelo	Massal	Modelo	Massal
<b>1</b>	76	76	36	30	101	104	23	23
<b>2</b>	2	2	30	26	105	78	13	13
<b>3</b>	43	81	26	36	78	59	30	1
<b>4</b>	63	43	33	33	59	22	1	30
<b>5</b>	81	5	15	28	22	75	29	29
<b>6</b>	5	63	22	32	75	101	25	25
<b>7</b>	18	96	1	1	52	105	45	45
<b>8</b>	30	80	2	34	66	60	42	42
<b>9</b>	11	36	50	2	60	86	48	48
<b>10</b>	36	30	28	22	63	87	4	11

Fonte (Autor)

Tabela 4 - Ordenamento dos dez melhores indivíduos (número das matrizes) das espécies do gênero *Eucalyptus* segundo o modelo em delineamento linha e coluna e por seleção massal, aos 44 anos em Lavras-MG.

Espécies	<i>E. acmenoides</i>		<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. phaeotricha</i>		<i>E. pilularis</i>	
	Modelo	Massal	Modelo	Massal	Modelo	Massal	Modelo	Massal	Modelo	Massal
<b>1</b>	80	94	2	2	3	3	45	45	50	50
<b>2</b>	94	53	10	1	427	6	49	49	40	40
<b>3</b>	53	80	38	51	349	213	48	48	399	30
<b>4</b>	59	59	71	71	6	203	2	2	201	61
<b>5</b>	70	55	141	54	203	10	36	36	61	49
<b>6</b>	6	70	22	10	135	427	26	26	406	344
<b>7</b>	55	6	1	141	25	155	35	35	49	399
<b>8</b>	86	86	51	5	435	25	11	11	207	47
<b>9</b>	69	69	137	134	213	349	22	22	57	201
<b>10</b>	64	64	16	38	155	135	15	15	344	287

Fonte (Autor)

Tabela 5 - Coeficientes de correlação de posto de Spearman (C.S.) entre os ordenamentos, segundo o modelo em delineamento linha e coluna e o de seleção massal, diferencial de seleção (DS), ganho de seleção (GS) e média da população melhorada (DAP 2) para ambos métodos de seleção das espécies de eucalipto aos 44 anos em Lavras-MG, considerando a seleção dos dez melhores indivíduos.

<b>Método</b>	<b>Modelo</b>				<b>Massal</b>		
	<b>Espécie</b>	<b>C.S.</b>	<b>DS</b>	<b>GS</b>	<b>DAP 2</b>	<b>DS</b>	<b>GS</b>
<i>C. citriodora</i>	0,053	17,43	1,52	26,75	18,26	1,59	26,82
<i>C. intermedia</i>	-0,146	26,96	1,70	32,29	29,56	1,86	32,46
<i>C. maculata</i>	-0,009	24,82	3,31	30,82	26,01	3,47	30,98
<i>C. torelliana</i>	0,012	9,82	1,33	28,04	10,02	1,35	28,07
<i>E. acmenoides</i>	0,242	18,63	1,67	34,41	18,63	1,67	34,41
<i>E. cloeziana</i>	-0,022	20,30	1,44	33,09	22,62	1,61	33,26
<i>E. grandis</i>	-0,014	37,59	3,01	37,05	39,13	3,13	37,18
<i>E. phaeotricha</i>	0,918	18,30	2,76	35,01	18,30	2,76	35,01
<i>E. pilularis</i>	-0,042	35,19	2,78	37,08	38,28	3,02	37,32

Fonte (Autor)

#### 4 CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética e fenotípica para o diâmetro à altura do peito entre as espécies para se iniciar um programa de melhoramento.

Em condições de baixa variação ambiental e alta variabilidade fenotípica e genotípica os métodos de seleção utilizados se equivalem. Quando em condições não controladas, o método assistido pelo modelo em delineamento linha e coluna é o mais recomendado para a seleção de indivíduos superiores.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. F. Production and use of *Eucalyptus* hybrids for industrial purposes, In: SYMPOSIUM OF HYBRID BREEDING AND GENETICS OF FOREST TREES, 2000, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane: QFRI/CRC-SPF, 2000. p. 63-74.
- BERTI, C. L. F. **Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP.** 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Especialidade: Sistemas de Produção) -Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2010.
- BRUN, E. J.; FERRAZ, M. O.; ARAÚJO, E. F. Relação entre o acúmulo de serapilheira sobre o solo e variáveis dendrométricas em povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, em Eldorado do Sul/RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 24-31, 2013.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: Princípios e procedimentos.** 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 319 p.
- CASTRO, N. H. C. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênes de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*.** 1992. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: ed. UFV, 2003. 585 p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- DICKINSON, G. R. et al. Inter-specific *Corymbia* hybrid research; providing new opportunities for plantation expansion in northern Australia. In: GROWING FOREST VALUES, 2007, Coffs Harbour. **Proceedings...**Coffs Harbour: Institute of Foresters of Australia, 2007. p. 1-9.
- FONSECA, S. M. et al. **Manual prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**, Viçosa: ed. UFV, 2010. 200 p.
- GRIFFIN, A. R.; BURGESS, I. P.; WOLF, L. Patterns of natural and manipulated hybridization in the genus *Eucalyptus* L'Herit: a review. **Australian Journal of Botany**, v. 36, p. 41-66, 1988.
- HILL, K. D. A taxonomic revision of the White Mahoganies, *Eucalyptus* series *Acmenoideae* (Myrtaceae). **Telopia**, v. 8, n. 2, p. 219-247, 1999.
- KAGEYAMA, P. Y.; VENCOSKY, R. Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, 1983.
- LEE, D. J. et al. Comparative performance of *Corymbia* hybrids and parental species in subtropical Queensland and implications for breeding and deployment. **Silvae Genetica**, v. 58, n. 5, p. 205-212, 2009.
- LUSH, J. L. **Melhoramento dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: CEDEGRA, 1964. 566p.

- MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C.; CORREIA, H. S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 36-43, 2001
- MOURA, V. P. G. Resultados de pesquisa com varias procedências de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, no Centro-Leste do Brasil. **Boletim de Pesquisa. EMPRAPA/CPAC**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-22, 1981.
- MOURA, V. P. G. et al. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo: resultados parciais. **Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAC**, Brasília, v. 1, n. 1, p.1 -104, 1980.
- RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP**: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: EMBRAPA, 2007.
- RESENDE, M. D. V.; THOMPSON, R.; WELHAM, S. Multivariate spatial statistical analysis of longitudinal data in perennial crops. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 24, n.1, p. 147-169, 2006.
- REZENDE, G. D. S. P.; RESENDE, M. D. V.; ASSIS, T. F. *Eucalyptus* breeding for clonal forestry. In: **Challenges and Opportunities for the World's Forests in the 21st Century**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 393-424.
- RESENDE, M. D. V.; HIGA, A. R. Maximização da eficiência da seleção em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de blocos de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 28/29, p. 37-55, 1994.
- ROCHA et al. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 6, p. 977-987, 2007.
- SATO et al. Seleção dentro de progênies de *Eucalyptus resinifera* aos 21 anos de idade em Luiz Antonio-SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 93-100, 2007.
- STOKOE, R. L. et al. Natural inter-subgeneric hybridization between *Eucalyptus acmenoides* Schauer and *Eucalyptus cloeziana* F. Muell (Myrtaceae) in Southeast Queensland. **Annals of Botany**, v. 88, p. 563-570, 2001.
- ZANUCIO, A. J. V. et al. Anatomical, ultrastructural, physical and mechanical wood properties of two-year-old *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* clones. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 2, p. 1-8, 2018.
- ZHU, Y. et al. Genetic parameters for growth traits and stem-straightness in *Eucalyptus urophylla* × *E. camaldulensis* hybrids from a reciprocal mating design. **Euphytica**, [S.l.], v. 2013, n. 142, p. 1-16, 2017.