**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DO RENDIMENTO E
QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE PROCEDÊNCIAS
DE *Eucalyptus citriodora***

ANDREA M. SILVEIRA VITTI
Engenheira Florestal

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ OTÁVIO BRITO**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências,
Área de Concentração: Ciências Florestais.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
maio - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Vitti, Andrea M. Silveira

Avaliação do crescimento e do rendimento e qualidade do óleo essencial de
procedências de *Eucalyptus citriodora* / Andrea M. Silveira Vitti. - - Piracicaba, 1999.
83 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Crescimento vegetal 2. Óleo essencial de eucalipto 3. Produção vegetal 4.
Qualidade 5. Rendimento vegetal I. Título

CDD 665.33

Aos meus pais Antonio e Anair,
Ao meu marido Agnelo e
Aos meus filhos Mariana e Mateus

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Otávio Brito, do Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP, pela amizade, apoio e orientação prestadas durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mário Ferreira do Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP, pela orientação na montagem do experimento e na condução do mesmo.

Às empresas que forneceram sementes e apoiaram o desenvolvimento deste trabalho: Dierberger Óleos Essenciais S. A., Destilaria Três Barras, Companhia Siderúrgica da Guanabara, Acesita Energética S. A., Ferrovia Paulista S.A. e ao Setor de Sementes do IPEF.

Às Estações Experimentais de Ciências Florestais de Anhembi e Itatinga do Departamento de Ciências Florestais/ESALQ/USP, pelo fornecimento de sementes e o apoio e infra-estrutura para a instalação e condução do experimento, especialmente aos funcionários Rildo Moreira e Moreira e Lourival Fermiano.

Aos acadêmicos que participaram das avaliações do ensaio: Andreia R. Maffei e Janaina Torres (ESALQ/USP); Luis Roberto de Oliveira (UNESP/Botucatu); Fernando F. Alfredo e Fernando F. Figueira Neto (E.T.A.E. Dr. José Cury, Rio das Pedras); e Ricardo Godoi (Colégio Cidade de Piracicaba - Anglo).

Aos funcionários Maria Regina Buch e Udemilson Luis Ceribelli do Setor de Química Celulose e Energia (SQCE), do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, pela realização das análises químicas do óleo essencial.

Ao Prof. Dr. José Eduardo Corrente, do Departamento de Ciências Exatas ESALQ/USP, pela orientação, apoio na proposição e acompanhamento das análises estatísticas aplicadas neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Weber A. Amaral do Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP pelas sugestões dadas durante a realização deste trabalho, e pela revisão dos originais.

A Eng. Agrônoma Ivani Pozar Otsuk do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa pelo apoio na realização das análises multivariada.

Aos funcionários Daniel A. Gurgel Penteado e Luis Fernando Manesco, do Laboratório de Instrumentação e Informática do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, pelo auxílio nas ilustrações deste trabalho.

Ao pesquisador Odair Alves Bove do Instituto Agronômico de Campinas, pelas sugestões dadas no presente trabalho.

Aos Eng. Químicos Luís Fernando R. Machado e Murilo A. S. Abreu que orientaram as análises químicas deste trabalho.

Ao diretor da Empresa Dierberger Óleos Essenciais S. A. João Andreas Dierberger e aos funcionários José Carlos dos Santos, Manuel A. de Lacerda, Benedito laia Sobrinho, Francisco Soares, Idevar M. Passos; Sidney D. Albergone e Marcos Campos, pelo grande auxílio prestado através do fornecimento de sementes até a coleta, transporte e destilação das folhas do *E. citriodora*.

Aos Prof. João Simões e Antonio Natal Gonçalves do Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP, pelas sugestões dadas durante a realização deste trabalho.

Às bibliotecárias Eliana M. G. Sabino e Kátia M. A. Ferraz pela correção das citações e referências bibliográficas.

Ao amigo e companheiro Agnelo José Vitti, pelo incentivo, apoio e participação na realização deste trabalho.

Ao Prof. Antonio Vitti, pelas correções de português.

Aos Prof. Agmar P. Vitti e Silvia C. de Azevedo, da Escola Direct English e Antonio Natal Gonçalves, do Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP, pela tradução e correções no summary.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pós-graduação.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Caracterização do <i>Eucalyptus citriodora</i> na origem.....	03
2.2 Introdução do <i>Eucalyptus citriodora</i> no Brasil.....	04
2.3 Estudos desenvolvidos sobre o <i>E. citriodora</i> e suas procedências....	06
2.4 Caracterização dos óleos essenciais de eucalipto.....	09
2.5 Classificação dos óleos essenciais de eucalipto.....	10
2.6 Fontes de variação na produção e qualidade do óleo de eucalipto...	12
2.6.1 Variabilidade genética.....	12
2.6.2 Tipo morfológico e idade fisiológica da folha.....	14
2.6.3 Ambiente.....	15
2.6.4 Métodos de amostragem, extração e análise do óleo.....	16
2.6.5 Manejo da cultura.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Material.....	20
3.1.1 Procedências com origem no norte da Austrália.....	20
3.1.2 Procedências com origem no sul da Austrália.....	21
3.1.3 Raças locais.....	21
3.2 Local de instalação do experimento.....	23

	Página
3.3 Métodos.....	23
3.3.1 Produção de mudas e instalação do experimento.....	23
3.3.2 Delineamento.....	24
3.3.3 Avaliações.....	25
3.3.3.1 Medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas.....	25
3.3.3.2 Avaliação da produção de biomassa.....	25
3.3.3.3 Avaliação do rendimento em óleo essencial.....	27
3.3.3.4 Análise do teor de citronelal.....	28
3.3.4 Análise estatística.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas.....	34
4.1.1 Sobrevivência.....	34
4.1.2 Ocorrência de bifurcação das plantas.....	38
4.1.3 Altura.....	39
4.1.4 Diâmetro.....	41
4.2 Produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal.....	44
4.2.1 Produção de biomassa.....	44
4.2.1.1 Ramos destiláveis.....	44
4.2.1.2 Ramos não destiláveis.....	48
4.2.2 Rendimento em óleo essencial.....	51
4.2.3 Teor de citronelal.....	53
4.3 Estudo da possibilidade de simplificação da proposta metodológica para avaliação de plantios destinados a produção de óleo essencial	55
4.3.1 Estudo de correlação entre as variáveis mensuradas.....	56
4.3.2 Análise de regressão linear múltipla.....	58
4.4 Agrupamento de famílias e procedências com maior grau de similaridade.....	60

Página

4.4.1 Análise por componentes principais.....	60
4.4.2 Análise de agrupamento pelo método de Ward.....	62
5 CONCLUSÕES.....	65
6 RECOMENDAÇÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÊNDICE.....	72

LISTA DE FIGURAS

		Página
01	Região de origem do <i>Eucalyptus citriodora</i> , Queensland, Austrália (Boland, et al., 1994).....	04
02	Esquema do <i>E. citriodora</i> , com aproximadamente 2 anos de idade, evidenciando os ramos destiláveis (RD) e os ramos não destiláveis (RND).....	26
03	Doma utilizada na extração do óleo essencial.....	28
04	Avaliação da produção de biomassa e destilação dos ramos destiláveis do <i>Eucalyptus citriodora</i>	29
05	Distribuição das médias de porcentagem de sobrevivência das procedências.....	37
06	Distribuição das médias de porcentagem de ocorrência de bifurcação nas procedências.....	38
07	Distribuição das médias de altura total por procedência.....	40
08	Distribuição dos valores médios de diâmetro por procedência e o resultado do teste Tukey.....	42

Página

09	Distribuição das médias de ramos destiláveis por procedência e o resultado do teste Tukey.....	47
10	Distribuição das médias de ramos não destiláveis por procedência e o resultado do teste Duncan	49
11	Distribuição das médias de rendimento em óleo essencial por procedência e o resultado do teste Tukey	52
12	Distribuição das médias de teor de citronelal por procedência e o resultado do teste Tukey.....	54
13	Diagrama de dispersão pareado para as variáveis altura, diâmetro, ramos destiláveis, ramos não destiláveis, rendimento em óleo e teor de citronelal, distribuídas por grupos de origem norte, sul e raças locais	59
14	Gráfico de dispersão da primeira e segunda componente principal, por grupos de origem norte, sul e raça local.....	62
15	Dendrograma para os dados de altura e rendimento em óleo essencial.....	63

LISTA DE TABELAS

		Página
01	Principais espécies de eucalipto utilizadas para produção de óleo essencial.....	11
02	Procedências de <i>Eucalyptus citriodora</i> com origem australiana....	22
03	Raças locais de <i>Eucalyptus citriodora</i>	23
04	Esquema da análise de variância e das esperanças dos quadrados médios (E.Q.M.) obtidos na análise de variância do delineamento aninhado.....	31
05	Valores médios das medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas, para as famílias das procedências com origem no norte (N) e sul (S) da Austrália.....	35
06	Valores médios das medições de crescimento, sobrevivência e bifurcação de plantas, para as raças locais.....	36
07	Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de altura.....	40

	Página
08 Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de diâmetro.....	42
09 Valores médios das medições da produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal, para as famílias das procedências com origem no norte (N) e sul (S) da Austrália.....	45
10 Valores médios das medições da produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal, para as raças locais.....	46
11 Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de ramos destiláveis.....	48
12 Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de ramos não destiláveis.....	49
13 Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de rendimento em óleo essencial.....	52
14 Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de teor de citronelal.....	55
15 Coeficientes de correlação linear (r) para as variáveis medidas.	56
16 Análise de variância com aplicação do teste F, para o modelo de regressão linear múltipla.....	58

	Página
17	Coeficientes de determinação (R^2) do modelo de regressão linear múltipla para o teor de citronelal..... 60
18	Coeficientes de ponderação das componentes principais e percentagem de variação acumulada..... 61

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DO RENDIMENTO E QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus citriodora*

Autora: Andrea M. Silveira Vitti

Orientador: Prof. Dr. José Otávio Brito

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e a produção e qualidade de óleo essencial de *E. citriodora*. Procedências com origem no norte (16°00' a 20°00'S) e no sul (23°30' a 31°43'S) do Estado de Queensland, Austrália, foram comparadas entre si, e com raças locais cultivadas no Brasil para a produção de óleo essencial. Em paralelo, pretendeu-se simplificar a metodologia de avaliação de plantios de *Eucalyptus citriodora* destinadas à produção de óleo essencial.

Foram realizadas avaliações de sobrevivência, ocorrência de bifurcação, crescimento das árvores (altura e diâmetro), produção de biomassa (ramos destiláveis e ramos não destiláveis), rendimento e qualidade do óleo essencial.

O grupo de procedências com origem no norte da Austrália apresentou as maiores médias de crescimento, produção de biomassa, rendimento e qualidade de óleo, tornando-o o mais indicado para a produção de óleo essencial. O comportamento das procedências sul australianas e raças locais foram, de modo geral, semelhantes entre si.

As famílias das procedências com origem sul australianas e as raças locais tenderam a formar um grupo separado daquele de origem norte. Provavelmente, as raças locais testadas podem ter sido originadas de sementes do sul da Austrália.

Não foi encontrada nenhuma correlação entre as variáveis fenotípicas mensuradas e as variáveis da produção de óleo. Em função disso concluiu-se que os estudos de óleo essencial devem incluir além das avaliações fenotípicas, as determinações de rendimento e qualidade do óleo produzido.

EVALUATION OF GROWTH AND ESSENTIAL OIL YIELD AND QUALITY OF *Eucalyptus citriodora* PROVENANCES

Author: Andrea M. Silveira Vitti.

Advisor: Dr. Prof. Jose Otavio Brito.

SUMMARY

The aim of the present work was to evaluate growth, yield and quality of the essential oil of *Eucalyptus citriodora*. It was compared several provenances originated from the north (16° 00' to 20° 00'S) and from the south (23° 30' to 31° 43'S) of Queensland State, Australia, among themselves and to local races which were planted in Brazil for essential oil production. It was also proposed to simplify the methodology of the evaluation criteria for essential oil yield in *E. citriodora*.

Evaluations were carried out for: survival, forking, tree growth (height and diameter), biomass production (twigs suitable or non-suitable for distillation), yield and quality of essential oil.

The provenance group originated from the North of Australia showed the highest growth averages, biomass production, essential oil yield and quality. In general, the Southern Australian provenances and the local races responded in a similar way.

The families from the provenance originated in the Southern Australia and the local races formed a separate group from the Northern provenances. Probably, the tested local races were originated from Southern Australian seed sources.

Correlation among the phenotypic variables and the essential oil yield and quality was not found. Therefore, it was concluded that studies on essential oil must include not only the phenotypic evaluations, but the yield and quality of the oil either.

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos trabalhos realizados com *Eucalyptus citriodora* no Brasil mostra que no início os estudos eram desenvolvidos com relação à adaptação, crescimento e produção de madeira destinada basicamente às indústrias consumidoras de carvão vegetal.

Com o decorrer do tempo, as pesquisas começaram a abordar também a produção de florestas para obtenção de outros produtos, como por exemplo, madeira para serrarias, indústrias moveleiras, madeira para geração de energia e também a exploração das folhas para a extração de óleo essencial.

A exploração das folhas do *E. citriodora* para a produção de óleo essencial é realizada no Brasil desde a II Guerra Mundial, quando, após a queda das importações do óleo de citronela, os consumidores nacionais optaram pela utilização dos óleos desta espécie e do *E. globulus*. Mais tarde, com a implantação da lei dos incentivos fiscais, houve uma ampliação das plantações de eucalipto e consequentemente um aumento na produção de óleo essencial, principalmente de *E. citriodora*, que era a espécie mais cultivada. O óleo obtido a partir desta espécie contém um alto teor de citronelal, o qual é amplamente utilizado em indústriais de perfumaria (Braga, 1971).

No início dos anos 90, estimava-se que a produção mundial de todos os tipos de óleo de eucalipto era de 5000 toneladas, sendo que 63 % deste volume era destinado a fins medicinais, 33 % para perfumaria e 4 % para indústria. A China, na época, era considerada a maior produtora mundial de óleo essencial de eucalipto, e estimava-se que este país era responsável por 65 a 75 % da produção global (Coppen & Hone, 1992).

A produção nacional, em 1995, foi estimada em 1000 toneladas anuais, sendo que aproximadamente 90 % desta quantia era destinada à exportação. O *E.*

citriodora era a principal espécie explorada, e a sua produção estava concentrada nos Estados de São Paulo e Minas Gerais (Silveira & Brito, 1995). Outros autores afirmavam ainda que a produção de óleo de eucalipto no Brasil poderia alcançar 1800 toneladas anuais (Brasil, 1995).

Atualmente, apesar de não existirem dados concretos, estima-se que a produção nacional esteja entre 500 e 1000 toneladas por ano. Considerando o valor mínimo de produção de 500 toneladas anuais, pode-se dizer que a área explorada no país para extração de óleo é de aproximadamente 5.000 hectares. Estima-se que o setor empregue cerca de 520 pessoas/ano, e que em termos econômicos a produção de óleo representa um faturamento bruto em torno de 3 milhões de dólares por ano.

Levando-se em conta a importância da produção nacional de óleo essencial de *E. citriodora*, o direcionamento de pesquisas na área faz-se necessário no sentido de que novas informações possam ser alcançadas para o aumento da nossa capacidade produtiva, visando sobretudo garantir a nossa competitividade em termos de mercado externo. Essa capacidade produtiva inclui principalmente a idéia do aumento da produtividade de biomassa, bem como o rendimento e a qualidade do óleo dela obtido. Tais ações, necessariamente, passam pela realização de pesquisas no campo florestal, o que conduziu à proposta do presente trabalho.

Este trabalho teve por objetivo a caracterização de procedências de *E. citriodora* com origem no norte e sul do Estado de Queensland, Austrália, comparando-as entre si e com procedências raças locais, já cultivadas no Brasil para a produção de óleo essencial. Ao mesmo tempo, pretendeu-se verificar a possibilidade de simplificar a metodologia de avaliação de plantios da espécie destinadas à produção de óleo essencial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do *Eucalyptus citriodora* na origem

Segundo Boland et al. (1994), o *Eucalyptus citriodora* Hook é uma espécie de ocorrência natural na Austrália, pertence à família Mirtaceae e ao subgênero Corymbia; também é conhecida como 'Lemon-Scented Gum', sendo caracterizada por apresentar um porte médio, chegando algumas vezes a 50 m de altura e 1,2 m de diâmetro. Sua madeira apresenta alta densidade ($0,99 \text{ g/cm}^3$) e é indicada para plantios visando usos múltiplos.

O mesmo autor relata que a espécie ocorre basicamente em duas áreas de Queensland (Figura 01). A primeira e maior delas, ao sul, estende-se de Maryborough a Mackay, até 400 km interior, e a segunda mais ao norte, compreendendo a região de Atherton, Herberton e Mt. Gamet. Entre estas duas principais áreas, a sua ocorrência é menor e descontínua. As coordenadas geográficas na região mais ao norte vão de $16^{\circ}75'$ a $20^{\circ}50'$ S com altitude de 450 a 1000 m, enquanto que para a região mais ao sul vão de $22^{\circ}75'$ a $26^{\circ}00'$ S e 70 a 400 m de altitude.

O clima na região de origem é caracterizado como tropical e subtropical, existindo uma variação na faixa de temperatura provocada pela quantidade de chuva. A região sul, próxima a costa, é altamente chuvosa, e a região ao norte, próxima de Atherton, é mais seca. Nos locais mais úmidos, a média máxima de temperatura, no mês mais quente, varia entre 30 a 32 °C e a média mínima, do mês mais frio, é de 9 a 12 °C; no interior, os valores correspondentes são 34 a 36 °C e 5 a 10 °C; a precipitação média anual de 650 a 1600 mm, sendo que as chuvas estão concentradas no verão. O inverno e a primavera são caracterizados como secos.

O *E. citriodora* aparece em áreas com relevo levemente ondulado, mas

em alguns casos declivosos, incluindo planaltos e serras, onde os solos são mais secos. Esta espécie é facilmente encontrada em vários tipos de solo, predominando os pobres, pedregosos, podzois e podzois residuais de origem laterítica, os quais apresentam boa drenagem. Sua ocorrência é caracterizada em florestas abertas ou matas de formação, associada a outras espécies de eucalipto. Na região norte, as espécies encontradas, juntamente com o *E. citriodora*, são o *E. cloeziana*, *E. polycarpa*, *E. drepanophylla* e *E. trachyphloia*, enquanto que ao sul são o *E. crebra*, *E. fibrosa*, *E. cloeziana*, *E. acmenoides*, *E. polycarpa* e *E. bloxsomei* (Boland et al., 1994).

Figura 01: Região de origem do *Eucalyptus citriodora*, Queensland, Austrália (Boland et al., 1994)

2.2 Introdução do *Eucalyptus citriodora* no Brasil

A história da introdução do *E. citriodora* no Brasil está vinculada à

introdução do gênero *Eucalyptus*.

Os primeiros estudos realizados com o gênero *Eucalyptus* iniciaram-se em 1904 por Edmundo Navarro de Andrade, na ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no Estado de São Paulo, com o objetivo de selecionar espécies potenciais para a produção de madeira. A partir de 1915, o Instituto Florestal do Estado de São Paulo estabeleceu programas de estudos silviculturais para os eucaliptos. Em 1941, a Secção de Génetica do Instituto Agronômico de Campinas deu início aos estudos com o intuito de elaborar um programa de melhoramento genético de eucaliptos, o qual tinha como objetivos melhorar a uniformidade das plantações; aumentar a taxa de sobrevivência; melhorar características de forma do tronco, crescimento em altura e diâmetro, capacidade de brotação; além de aumentar a produção por unidade de área (Ferreira et al., 1997).

Segundo Ferreira et al. (1997), a partir de 1960, a pesquisa florestal foi consolidada e expandida. Nesta época, foram criados os primeiros cursos de Engenharia Florestal e o Programa de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento, instituído pelo Governo Federal. Em seguida, foram criadas cooperativas de pesquisas na área florestal, às quais estavam associadas as faculdades de Engenharia Florestal. Foi criado também, ao nível de Governo Federal, o Programa de Desenvolvimento Florestal (PRODEPEF), ligado ao Convênio IBDF/FAO/PNUD, que estabeleceu as bases para as pesquisas de "Seleção de Espécies" e "Seleção de Procedências das Sementes das Espécies Florestais".

Gurgel & Cavalcanti (1983) afirmavam que a ex- Cia. Paulista de Estradas de Ferro iniciou a produção de sementes de eucaliptos em 1916, e desde então já havia comercializado cerca de 87 toneladas de sementes. Citavam ainda que no período de 1966 a 1975, 1,5 a 3 toneladas de sementes foram vendidas a cada ano, e, baseando-se no total de sementes vendidas, as espécies de eucalipto, consideradas mais importantes no Estado de São Paulo, eram o *E. grandis* e *E. saligna*, que juntas representavam 60 % do total de sementes comercializadas, em seguida, o *E. urophylla* e *E. citriodora*, que somavam 24 %, o *E. tereticornis*, *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. camaldulensis*, *E. maculata* e *E. microcorys*, correspondiam a 14 %, enquanto que os 2 % restantes eram representados por outras 28 espécies.

Ferreira et al. (1997) citam que, em 1960 no Brasil, estimava-se existir cerca de 700.000 hectares cultivados com eucalipto, em sua maioria de *E. saligna*/

E. grandis (nas regiões sub-tropicais) e *E. urophylla* e *E. citriodora* (nas regiões tropicais).

Através destes dados, pode-se notar que o *E. citriodora* sempre foi uma das principais espécies cultivadas no país, sendo bastante utilizada para produção de madeira para toras, postes, dormentes, construção civil, carvão vegetal, lenha e extração de óleo essencial.

2.3 Estudos desenvolvidos sobre o *E. citriodora* e suas procedências

Como observado, a espécie *E. citriodora* era uma das mais cultivadas no Brasil na década de 60, indicando que a mesma apresentava boa adaptação às condições ambientais de diferentes regiões brasileiras. Contudo, existia a necessidade de melhorar as bases genéticas da espécie, tomando-a mais produtiva e resistente ao ataque de pragas e doenças, o que induziu a realização de estudos de procedências desta espécie.

Segundo Ferreira & Araújo (1982), o termo procedência indica a localização geográfica e ambiental das árvores ou povoamentos fornecedores de material reprodutivo, tais como sementes, pólen ou propágulos, sendo que, para espécies nativas, este termo confunde-se com origem. Assim, procedência restringe-se a populações de árvores vegetando em um determinado local. Os referidos autores comentam, ainda, que os estudos de procedência objetivam detectar a variabilidade genética dentro da espécie; identificar as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais; além de verificar as reações das diferentes populações quando transferidas para um outro ambiente.

Os testes de espécies e procedências são geralmente implantados e avaliados obedecendo os objetivos e as características do produto final a ser obtido; assim, cada teste apresenta características próprias de espaçamento, adubação e manejo.

Alguns trabalhos relatam que as características mais importantes avaliadas nos ensaios de espécies e procedências são a taxa de sobrevivência, o crescimento em altura e diâmetro, o volume de madeira produzido e a forma do tronco. São citados ainda os estudos de capacidade de brotação, resistências a fatores

bióticos e abióticos, propriedades físicas, químicas e anatômicas da madeira, capacidade de florescer e produzir sementes (Ferreira & Araújo, 1982; Andrade, 1991; e Araújo, 1993).

Segundo Golfari et al. (1974), as procedências de *E. citriodora* Queensland, Austrália, apresentavam boa adaptação no leste, sul e centro-norte de Minas Gerais, oeste de São Paulo, nordeste do Rio de Janeiro e sul e oeste do Espírito Santo. Estas regiões são caracterizadas por altitude variando de 0 a 800 metros, o tipo climático é sub-tropical úmido e tropical sub-úmido, a temperatura média anual varia entre 21 e 23 °C, não ocorrendo a incidência de geadas. A precipitação média anual varia de 900 a 1400 mm, com regime de precipitação periódico e deficiência hídrica variando de escassa a forte nos meses de inverno. Estes dados mostram que a espécie está apta a desenvolver-se em diferentes estados brasileiros, e regiões que apresentam características climáticas semelhantes àquelas da região de origem na Austrália.

Golfari (1975), citado por Ferreira (1993), recomendava que fossem testadas procedências australianas, para melhor adaptação da espécie, com base nas análises de similaridades climáticas das regiões brasileiras com as regiões das áreas de ocorrência natural. Segundo o mesmo autor, seriam estes os seguintes tipos climáticos recomendados para a espécie:

- a) Clima subtropical úmido com deficiência hídrica moderada entre 30 e 90 mm/anuais;
- b) Clima subtropical úmido a subúmido com deficiência hídrica entre 60 a 120 mm/anuais;
- c) Clima tropical úmido a subúmido com deficiência hídrica entre 30 a 60 mm/anuais;
- d) Clima tropical subúmido a seco com deficiência hídrica entre 90 a 210 mm/anuais;

Ao final dos anos 70, considerava-se desconhecida a origem geográfica das sementes de *E. citriodora* utilizadas no Brasil, e que os antigos plantios existentes nos Estados de São Paulo e Minas Gerais possuíam incrementos considerados entre satisfatórios e medíocres. Na região nordeste, nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Maranhão, os plantios não apresentavam nem forma nem incremento satisfatórios (Golfari et al, 1978). Este autor relata ainda que procedências introduzidas (Rockhampton, Qld., 23°25' - 150°20' - alt. 30m) na região de Bom Despacho, MG, apresentavam incremento superior quando comparados aos talhões originados de

sementes de produção nacional. Em Alagoinhas e Inhambupe, BA, procedências com origem na região norte da Austrália (Herberton, Qld., 17°24' - 145°20" - alt.850m.) apresentavam maior destaque.

Estas informações revelam que existiam procedências de *E. citriodora* com maior capacidade de produção que aqueles cultivados no país, e confirmavam a recomendação anterior, onde existe uma procedência adequada para cada tipo de região climática. No caso exposto por Golfari et al. (1978), na região de Bom Despacho, MG, as procedências com origem na região sul da Austrália tiveram uma boa adaptação, enquanto que para Alagoinhas e Inhambupe, BA, procedências de uma região ao norte da Austrália apresentaram maior produção. Os autores afirmavam ainda que seria conveniente ampliar os estudos com procedências mais setentrionais do *E. citriodora*, ou seja, oriundas do norte do Estado de Queensland.

Em ensaio de procedências de *E. citriodora*, instalado no Vale do Rio Doce e Jequitinhonha, MG, Assis et al. (1983) relataram que as procedências da região norte do Estado de Queensland, entre 17° e 19°30' S, se distinguiram mais nos primeiros anos, mas foram "mediocres" e iguais entre si aos 5 anos de idade. As procedências da região sul do Estado de Queensland (22° a 25° S) apresentaram maior variabilidade genética e melhor adaptação às condições do local onde o ensaio foi instalado. A melhor procedência foi a de S. Maryborough, seguida de Kalpowar, latitude 25°07' S e 24°40' S, respectivamente. A pior procedência foi a de Fairviewstation, latitude 24°21' S. Não foi observado efeito da altitude e latitude sobre as procedências para os locais testados. Dessa forma, foi demonstrada a importância da realização de um acompanhamento dos ensaios de procedências, pois estas podem apresentar comportamentos distintos com a idade. E dentro de uma mesma região de ocorrência podem ocorrer variações, as quais devem ser estudadas no sentido de selecionar materiais com maior capacidade de produção.

Em trabalho realizado por Ferreira et al. (1993), os autores concluíram que o *E. citriodora* é uma espécie com alto potencial para diversas áreas ecológicas brasileiras, e que as populações da região norte de Queensland 16 °S a 18 °S são de grande interesse para futuras seleções, pois trata-se de um material genético de zonas mais interiores da Austrália, adaptado aos climas com deficiência hídrica mais acentuada. Por outro lado, deve-se atentar para o fato de que estas populações apresentaram árvores com forma do tronco inadequada e pouco se sabe sobre sua

fenologia de floração. Os autores consideram, também, que as populações compreendidas entre as latitudes 19° S a 24° S devem ser prioritárias ao programa de melhoramento, pois estas apresentaram melhores resultados de rendimento em volume cilíndrico.

Andrade (1991), estudando procedências de *E. citriodora*, aos 29 meses de idade, relatou que, em termos de volume, a procedência com origem em Herberton (17°19' a 17°25'S) apresentou maior destaque.

Araújo (1993) avaliou, aos 24, 36, 48 e 72 meses de idade, características de sobrevivência, altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume cilíndrico, de procedências com origem norte e sul australiana, na região de Umbuzeiro, PB. O autor relatou que a procedência Fairview station (24°21'S) apresentou o menor crescimento em altura quando comparado às demais procedências (17°53' a 19°52'S), o crescimento em DAP foi considerado baixo em todas as procedências, e inferior a média obtida no ensaio. Para a região de Umbuzeiro, o autor concluiu que as procedências testadas não apresentaram produtividade satisfatória, principalmente em função da baixa porcentagem de sobrevivência observada nas avaliações finais.

Assim, os estudos desenvolvidos com o *E. citriodora* e as suas procedências mostraram que a espécie estava melhor adaptada nos locais com características climáticas semelhantes a sua região de origem, e existiam materiais com melhor crescimento e forma quando comparados àqueles já cultivados no Brasil.

2.4 Caracterização dos óleos essenciais de eucalipto

Penfold & Willis (1961), relatam que muitas plantas contêm óleo, podendo ele estar presente na casca, flores, frutos, folhas, raízes ou madeira. A maioria deles é removível por destilação a vapor, e chamados de óleos voláteis ou óleos essenciais. Nos eucaliptos eles ocorrem basicamente nas folhas.

Boland et al. (1991) definem os óleos essenciais como substâncias voláteis, isoladas da planta por meio de destilação a vapor ou por processos mecânicos, são insolúveis em água, separando-se espontaneamente da fase aquosa.

Os óleos essenciais de eucalipto são compostos por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis, frequentemente envolvendo de 50 a 100 ou até mais componentes isolados, apresentando grupos químicos como hidrocarbonetos, álcools, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres.

Os óleos essenciais nos eucaliptos são produzidos e armazenados por glândulas. A sua função e o seu processo de biosíntese são ainda bastante discutíveis. Segundo Penfold & Willis (1961), ele talvez não tenha uma função definida e seja simplesmente um produto do metabolismo da planta.

As glândulas de óleo estão distribuídas de forma abundante no parênquima da folha da maioria das espécies de eucaliptos. Estas glândulas podem ser vistas nas folhas de algumas espécies de eucalipto, apresentando-se como pequenos pontos translúcidos quando observados contra a luz.

Boland et al. (1991) afirmam que existem diversas teorias sobre a função dos óleos essenciais em eucaliptos, mas poucos fatos caracterizam seu papel ecológico e fisiológico. Eles já foram considerados como produtos tóxicos do metabolismo na planta, sem uma utilidade para a mesma; já foi considerado como repelente a insetos que se alimentam de suas folhas; inibidores da germinação e de crescimento de outras plantas; controladores da atividade microbiológica de alguns fungos e bactérias, entre outros.

2.5 Classificação dos óleos essenciais de eucalipto

Entre as aproximadamente 600 espécies de eucalipto descritas, pouco mais de 200 têm sido examinadas com relação à produção e ao teor de óleo essencial, e menos que 20 são exploradas comercialmente (Penfold & Willis, 1961; Lassak, 1988 e Boland et al., 1991). Segundo esses autores, os óleos essenciais de eucalipto estão divididos basicamente em três grupos principais, em função do seu uso final: óleos destinados a produtos medicinais; óleos industriais; e óleos de perfumaria. As principais espécies de eucalipto produtoras de óleo estão relacionadas na Tabela 01.

Os óleos medicinais são aqueles que apresentam, como componente principal, o cineol, em quantidade mínima de 70 %, e são destinados à fabricação de produtos farmacêuticos (inalantes, estimulante de secreção nasal, pasta dental,

antisépticos, ou simplesmente com função de dar sabor e aroma aos medicamentos). A principal espécie produtora deste tipo de óleo no Brasil é o *Eucalyptus globulus*.

Tabela 01: Principais espécies de eucalipto utilizadas para produção de óleo essencial

Espécies	Componente Principal		Rendimento (%)*
	Nome	Teor (%)	
Óleos medicinais			
<i>E. camaldulensis</i>	Cineol	80-90	0,3-2,8
<i>E. cneorifolia</i>	Cineol	40-90	2,0
<i>E. dives</i> (var. cineol)	Cineol	60-75	3,0-6,0
<i>E. dumosa</i>	Cineol	33-70	1,0-2,0
<i>E. elaeophara</i>	Cineol	60-80	1,5-2,5
<i>E. globulus</i>	Cineol	60-85	0,7-2,4
<i>E. leucoxylon</i>	Cineol	65-75	0,8-2,5
<i>E. oleosa</i>	Cineol	45-52	1,0-2,1
<i>E. polybractea</i>	Cineol	60-93	0,7-5,0
<i>E. radiata</i> subesp. Radiata (var. cineol)	Cineol	65-75	2,5-3,5
<i>E. sideroxylon</i>	Cineol	60-75	0,5-2,5
<i>E. smithii</i>	Cineol	70-80	1,0-2,2
<i>E. tereticornis</i>	Cineol	45	0,9-1,0
<i>E. viridis</i>	Cineol	70-80	1,0-1,5
Óleos industriais			
<i>E. dives</i> (var. felandreno)	Felandreno	60-80	1,5-5,0
<i>E. dives</i> (var. piperitona)	Piperitona	40-56	3,0-6,5
<i>E. elata</i> (var. piperitona)	Piperitona	40-55	2,5-5,0
<i>E. radiata</i> subesp. radiata (var. felandreno)	Felandreno	35-40	3,0-4,5
Óleos para perfumaria			
<i>E. citriodora</i> (var. citranelal)	Citranelal	65-80	0,5-2,0
<i>E. macarthurii</i>	Ac. de geraniil	60-70	0,2-1,0
<i>E. staigerana</i>	Citral (a+b)	16-40	1,2-1,5

* - Rendimento base de peso de folha fresca.

Fonte: Lassak (1988) e Boland et al. (1991)

Os óleos industriais têm, como componente principal, o felandreno, que é usado como solvente e matéria prima na produção de desinfetantes e desodorizante, e a

piperitona, a partir da qual é fabricado o timol (preservativo para gomas, pastas, colas, casacos de pele, etc) e o mentol (usado como aromatizante de produtos medicinais). No Brasil, não ocorre uma exploração intensiva de espécies que produzem este tipo de óleo.

O terceiro e último grupo apresenta grande destaque como matéria prima para a indústria de perfumaria, fazendo parte da composição de perfumes para diversos fins, desde a fabricação de cosméticos, em geral, até aromatização de produtos de limpeza como sabões e detergentes. O *E. citriodora* é a principal espécie explorada no Brasil para a produção deste tipo de óleo, apresentando, como componente principal, o citronelal. O *E. staigeriana* também pertence a este grupo e é cultivado em pequena escala no Brasil, seu principal componente é o citral.

2.6 Fontes de variação na produção e qualidade do óleo de eucalipto

Segundo Boland (1991), existem diversos fatores que podem interferir na produção e qualidade dos óleos de eucalipto; estes fatores podem ser divididos em diversos grupos, como variabilidade genética intra e interespecífica, fisiológica (tipo e idade da folha), ambiental e métodos utilizados para extração e análise do óleo. O tipo de manejo também foi citado como uma das fontes de variação na produção de óleo essencial.

2.6.1 Variabilidade Genética

A variabilidade genética das espécies produtoras de óleo possibilita a identificação e seleção de materiais genéticos, procedências e ou progênies, que apresentem um maior rendimento e qualidade de óleo essencial. Desse modo, ela é considerada uma importante fonte de variação na produção e qualidade do óleo essencial.

Muitos trabalhos relatam a existência de variabilidade do rendimento em óleo e dos componentes químicos ocorrendo entre populações e entre árvores de uma mesma população. Outros consideram a variação na composição e produção de óleo

como um importante instrumento para a identificação de sub-espécies e variedades.

Donalísio (1986) relata que trabalhos de melhoramento com *E. citriodora* permitiram a obtenção de 40 progênies selecionadas para produção de óleo essencial, apresentando rendimento em óleo de 2 a 2,5%, enquanto que progênies não selecionadas apresentavam rendimentos da ordem de 1 a 1,5% com base em peso fresco do material vegetal.

Brooker et al. (1988) realizaram análises morfológicas e estudos dos componentes e a produção do óleo essencial de populações de *E. kochii* Maiden & Blakely e *E. plenissima* (Gardner) Brooker, os autores concluíram que estas espécies deveriam ser reconhecidas como *E. kochii* sub-espécie *kochii* e *E. kochii* sub-espécie *plenissima*, pois elas diferiam na forma do opérculo e na produção de cineol, além de apresentar distribuição distinta.

Doran & Brophy (1990), estudando procedências tropicais de *E. camaldulensis* Dehnh. e *E. tereticornis* Smith, em seu ambiente natural na Austrália, e em um teste de progênie em Zimbabwe, observaram que existe uma substancial variação inter e intra-específica no rendimento de óleo de *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* no norte da Austrália. Houve também variação qualitativa em função dos altos níveis de α -felandreno em algumas populações e relativa ausência em outras. Outra observação feita pelo autor foi a de que algumas árvores amostradas individualmente indicam produzir óleo de mais alta qualidade do que a média das árvores da população, existindo portanto um potencial de melhoramento genético para a qualidade de óleo nestas espécies.

Barton et al. (1991), em trabalho realizado sobre herdabilidade de cineol, concluíram que pode-se obter, através de trabalhos de melhoramento, ganhos de rendimento em cineol por unidade de peso de folhas. No caso do *E. kochii*, em populações naturais, o rendimento médio em óleo era de 2 %, enquanto que, em população melhorada, foi de 2,8 %. O autor recomenda, também, a avaliação das plantas com relação à produção de óleo com idade mínima de 3 anos, pois, a partir desta idade, as mesmas se encontram reprodutivamente maduras.

Boland et al. (1991) apresentaram uma revisão mostrando o que ocorre dentro de algumas populações, plantas morfológicamente semelhantes, mas que apresentam óleo essencial com composição química distinta. Os autores relatam, ainda, que ocorre maior variação com relação ao rendimento de óleo essencial, do que

nos teores dos seus componentes.

Xavier et al. (1993) realizaram estudos com progênies de *E. citriodora* tentando identificar a variabilidade genética com relação às características de crescimento em altura e diâmetro do tronco, e principalmente, produção de óleo essencial. Os autores não encontraram resultados significativos para crescimento em altura, para produção e teor do componente principal (citronelal) do óleo essencial; concluindo que o número de progênies estudado, 30, pode não ter sido suficiente para detectar a variabilidade genética.

Wang et al. (1997) mostraram, em seu trabalho, que, entre as espécies de eucalipto introduzidas no sudoeste da China para produção de óleo, o *E. smithii*, *E. bakeri*, e *E. polybractea* apresentaram alta produção de 1,8-cineol, e os óleos de *E. dives* e *E. radiata* um alto teor de α -felandreno e piperitona. Os autores sugeriram, ainda, que um maior número de pesquisas poderiam ser desenvolvidas no sentido de identificar genótipos que apresentem um alto rendimento em óleo essencial.

De maneira geral, estes trabalhos mostraram que existe a possibilidade de aumentar a produção de óleo através de seleção de populações e de árvores dentro da população. Pode-se observar, também, a ocorrência de variação na composição química, porém em menor grau quando comparada à variação de rendimento.

2.6.2 Tipo morfológico e idade fisiológica da folha

Penfold & Willis (1961) apresentaram 5 tipos morfollogicamente distintos de folhas durante o tempo de vida da árvore, cada tipo correspondendo a um estágio do desenvolvimento ontogênico: 1) folhas cotiledonares; 2) folhas de plântulas (aproximadamente de 5 a 10 pares de folhas acima dos cotilédones); 3) folhas juvenis (com características morfológicas diferentes das folhas adultas e podem persistir por alguns anos); 4) folhas intermediárias (ocorre uma transição gradual entre os estágios 3 e 5); e 5) folhas adultas (maioria das folhas de uma árvore madura). Estas fases são completamente separadas e não devem ser confundidas com a idade fisiológica da folha comumente denominadas pelo termo “folhas jovens” (significa a idade de aproximadamente um mês ou menos, sendo que estão localizadas nas extremidades), “folhas maduras” (significa a idade de aproximadamente 6 meses) e “folhas velhas” (

com aproximadamente 12-18 meses de idade). A média de vida normal das folhas de eucalipto é de aproximadamente 18 meses, o que pode estar sujeito a uma ampla variação, existindo folhas que permanecem somente poucos meses, nos casos de espécies de crescimento rápido; em espécies de crescimento mais lento, persistem por 3 a 4 anos.

Boland et al. (1982)¹, citado por Boland et al. (1991), relatam que o rendimento de óleo de folhas de plântulas é invariavelmente muito menor que aquelas de outras fases para a espécie *E. delegatensis*. E que a comparação entre as fases juvenil, intermediária e a adulta são inconstantes e parecem depender muito da espécie.

Mwangi et al. (1981) trabalharam com amostras de folhas de *E. citriodora* de diferentes locais no Kenia entre setembro de 1980 e junho de 1981. Os autores concluíram que o rendimento em óleo essencial e a sua composição química não estão relacionadas com a variação sazonal e não dependem também da idade da árvore.

Franich (1986) relatou que, para *E. nitens*, o rendimento de óleo essencial para folhas juvenis foi de 1 %, menos da metade do que é notificado para folhas de árvores adultas (2,5 %); e que a composição química do óleo das folhas jovens foi semelhante à das folhas adultas. Entretanto, Li et al. (1994) observaram que o rendimento em óleo de folhas juvenis de *E. nitens* foi significativamente mais alto que aquele encontrado para folhas adultas nos locais examinados.

Portanto, verifica-se que pode existir uma variação na produção de óleo em função da idade da folha e da espécie estudada.

2.6.3 Ambiente

Boland et al. (1991) comentam que, apesar de serem feitas diversas observações sobre os fatores ambientais influenciando na produção do óleo, poucos estudos são encontrados explicando e/ou identificando estas questões. Os autores comentam, ainda, que a maioria dos estudos têm focado as influências sazonais e

¹ BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; FLYNN, T.M.; LASSAK, E.V. Volatile leaf oils of *Eucalyptus delegatensis* seedlings *Phytochemistry* n.21 p.2467-2469 1982

diurnas nos óleos essenciais. Tais estudos têm sido conduzidos para muitas espécies e apresentam resultados contraditórios.

Shiva & Jain (1987), estudando híbridos de eucalipto na Índia, observaram que existe uma variação na produção de óleo durante o ano. No mês de fevereiro, ocorre a maior produção de óleo essencial, de março a outubro, tem-se um decréscimo no rendimento e no período de novembro a janeiro é observado um baixo rendimento em óleo.

Wang et al. (1997) concluíram que o rendimento em óleo é afetado por condições ecofisiológicas, e que as melhores estações para a coleta de folhas e extração de óleo são inverno e primavera. Durante o inverno e a primavera os eucaliptos praticamente param o seu crescimento, na região em que o trabalho foi desenvolvido, pois ocorre baixa quantidade de chuva e baixa temperatura.

Relatos obtidos junto aos produtores de óleo essencial, no Brasil, têm indicado a ocorrência de variações na produção de óleo em função dos diferentes ambientes; são citados os tipos de solo, influenciando na produção de biomassa, a época do ano e temperaturas, as quais, provavelmente, implicariam numa maior ou menor volatilização do óleo, alterando assim o seu rendimento. Mas, não foi encontrado nenhum trabalho de pesquisa, neste sentido, desenvolvido no Brasil para o *E. citriodora*.

2.6.4 Métodos de amostragem, extração, e análise do óleo

Este item diz respeito à padronização dos métodos de amostragem, destilação e análise do óleo, permitindo assim a comparação dos resultados obtidos em trabalhos de pesquisa realizados em locais diferentes.

Penfold & Willis (1961) apresentam alguns cuidados que devem ser tomados com relação à determinação do rendimento e qualidade do óleo. Em primeiro lugar, os autores citam os métodos de amostragem, onde os principais critérios são a aleatorização da amostra, a consideração do tipo e idade da folha, a composição da amostra (ramos, pecíolos e folhas ou somente a lâmina foliar). Os problemas de armazenamento são colocados em segundo lugar, aqui são citadas as mudanças de rendimento e composição do óleo devido à umidade e ao aquecimento da amostra. Os

autores recomendam, ainda, testar os aparelhos e as técnicas de destilação previamente à realização do trabalho, minimizando, assim, a ocorrência de erros grosseiros. E, finalmente, é recomendado que a análise do óleo seja feita por técnicos experientes.

2.6.5 Manejo da cultura

Considerando que a maioria dos plantios destinados à produção de óleo essencial é comum a prática do manejo por talhadia, toma-se interessante apresentar alguns aspectos importantes para manter e/ou aumentar a sua produção. A talhadia é definida como um tipo de manejo que consiste no corte raso da planta e na condução da regeneração por brotação das cepas.

Segundo Reis & Reis (1997), as florestas manejadas por talhadia têm maior taxa de crescimento do que aquelas formadas por mudas, isto se deve ao sistema radicular já estar estabelecido, facilitando assim a absorção de água e nutrientes. Os autores comentam, ainda, que a altura da cepa apresenta correlação positiva com o vigor dos brotos, isto se deve a uma maior reserva de carboidratos nas raízes e cepa. O vigor dos brotos é ainda bastante afetado pela competição por fatores ambientais e espaço. Em espaçamentos mais densos ocorre uma maior competição por água, luz, nutrientes e conseqüentemente uma redução na quantidade de reservas disponíveis para brotação. Em espaçamentos maiores, o crescimento em diâmetro das árvores é maior, resultando num maior vigor das brotações. Os autores recomendam ainda a realização de adubação nos plantios e após o corte, pois irá manter ou aumentar o nível de fertilidade do solo; a manutenção dos resíduos de exploração no campo, permitindo assim uma maior disponibilidade de água e nutrientes para a segunda rotação; evitar danos mecânicos a cepa e a permanência de resíduos sobre a mesma.

Stape (1997) recomenda que o espaçamento dos plantios de eucalipto devem ser decididos em função da minimização dos efeitos danosos sobre as brotações, de atividades tais como o controle de formigas e ervas daninhas, corte, transporte de madeira, entre outras.

Com relação à altura do corte da planta, Nascimento Filho (1983)

comenta, em seu trabalho, que não houve influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças para o *E. citriodora*, recomenda ainda que o corte seja feito na altura de 5 a 10 cm do solo.

Rosado et al. (1987) avaliaram o efeito da altura de corte no crescimento, produção de biomassa e de óleo para o *E. citriodora*. Os autores constataram que, independentemente da altura do corte, ocorre uma redução na produção de biomassa com a idade. Observaram, também, que a altura de corte de 80 cm acima do solo proporcionou melhor sobrevivência e maior produção de biomassa, consequentemente maior rendimento em óleo essencial.

Considerando o aspecto nutricional, Silveira (1996) observou que a omissão de boro limitou o crescimento do *E. citriodora*, expresso pelo diâmetro, altura e produção de material seco, e induziu a deficiência de potássio. Segundo o autor, apesar do boro limitar o crescimento do *E. citriodora*, esta espécie pode ser considerada como pouco exigente em boro, pois pequenas doses de boro na solução do solo foram suficientes para obter um crescimento normal da planta.

Maffeis & Brito (1998)², estudando a influência do estado nutricional na produção e qualidade do óleo essencial de *E. citriodora*, concluíram que a produção de biomassa foliar foi mais afetada nos tratamentos com a omissão de nitrogênio, boro e enxofre; considerando o rendimento em óleo, não houve diferença significativa entre os tratamentos; na omissão de boro e enxofre observaram uma redução no teor de citronelal. Verificou-se, portanto, que o rendimento em óleo essencial não foi alterado em função da disponibilidade de nutrientes, mas, por outro lado, estes influenciam na produção de folhas e na qualidade do óleo.

Ainda com relação ao manejo da cultura, Boaretto & Forti (1997) alertam para os cuidados que devem ser tomados com relação ao ataque de formigas, principalmente em áreas de cultivo mínimo. Para o controle das formigas, os autores recomendam a aplicação de iscas tóxicas na fase pré-corte; após o plantio ou na condução da brotação, deve-se utilizar a fumigação com brometo de metila ou a termonebulização; e após o corte raso e em florestas já estabelecidas os autores recomendam a utilização de porta iscas.

² MAFFEIS, A.R.; BRITO, J.O. Influência do estado nutricional na produção da planta e na qualidade do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* Piracicaba, ESALQ, Depto. de Ciências Florestais 1998 23p. (Relatório final de trabalho de pesquisa apresentado a FAPESP).

Através da revisão realizada, observa-se que o *E. citriodora* apresenta grande importância na silvicultura nacional, está adaptado a diferentes regiões do país produzindo madeira e óleo essencial de boa qualidade. Muitos dos trabalhos realizados com a espécie e suas procedências dizem respeito a sua adaptação, crescimento e a caracterização de sua madeira, mas nenhum trabalho foi desenvolvido caracterizando as suas procedências com relação à produção de óleo essencial no Brasil.

Pode-se observar, também, que existem diversas fontes de variação na produção e qualidade do óleo, muitas das quais ainda são questionáveis. A fonte de variação, considerada mais importante, consiste na variabilidade genética, a qual permite o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento, possibilitando a seleção de materiais com maior capacidade de produção de óleo.

Os trabalhos encontrados mostram que as avaliações de produção e qualidade do óleo de *E. citriodora* são feitos considerando, basicamente, os dados de rendimento e teor de citronelal. Estas variáveis são consideradas as mais importantes na caracterização do óleo de uma espécie e/ou procedência.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para a realização deste estudo foram utilizadas sementes oriundas de 16 procedências de *Eucalyptus citriodora*, sendo 8 procedências obtidas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi (E.E.C.F. de Anhembi). O restante foi obtido junto a empresas produtoras de óleo essencial e/ou fornecedoras de sementes desta espécie, para instalação de plantios com a finalidade de extração de óleo essencial. São elas: Destilaria Três Barras, Dierberger Óleos Essenciais S.A., Companhia Siderúrgica da Guanabara, Acesita Energética S.A. e Ferrovia Paulista S.A..

As sementes foram identificadas, segundo as suas origens^{*}, em procedências^{**} norte e sul da Austrália, e raças locais^{***}. As raças locais são aquelas já cultivadas no Brasil para produção de óleo, mas com origens das sementes desconhecidas.

3.1.1 Procedências com origem no norte da Austrália

A maioria das sementes das procedências com origem no norte da Austrália, foram coletadas em testes de procedências de *E. citriodora* na E.E.C.F. de Anhembi, Anhembi, S.P.. Apenas a procedência 16 foi obtida junto a uma área de

* Origem: a região de ocorrência natural de uma espécie.

** Procedência: localização geográfica das árvores ou povoamentos fornecedores de material reprodutivo (sementes, pólen ou propágulos). Para espécies nativas o termo confunde-se com origem.

*** Raça local: raça não nativa adaptada a uma determinada área geográfica. Em alguns casos a raça local pode ser sinônimo de procedência.

produção de sementes (APS) da Companhia Siderúrgica da Guanabara, Lassance, M.G.. Esta APS foi implantada a partir de sementes coletadas na E.E.C.F. de Anhembi; trata-se da segunda geração da procedência 3 (de origem norte australiana), também utilizada neste trabalho.

Foram consideradas como da região norte da Austrália, aquelas procedências que tiveram origem entre as latitudes 16°00' e 20°00' S, longitude de 144°00' a 146°00' E com altitude variando de 600 a 960 metros.

As árvores, de onde procedeu-se a coleta de frutos, foram identificadas de modo a facilitar a sua localização e possibilitando assim a realização de futuros trabalhos. O número de árvores, onde foi realizada a coleta, variou entre 5 e 13, o que ocorreu em função da disponibilidade de frutos (Apêndice 1).

As procedências com origem no norte da Austrália foram então identificadas neste trabalho pelos números: 3, 5, 6, 7, 8 e 16 (Tabela 02).

3.1.2 Procedências com origem no sul da Austrália

Da mesma forma que as procedências com origem no norte, as sementes das procedências com origem no sul da Austrália foram coletadas a partir de testes de procedência localizados na E.E.C.F. de Anhembi, Anhembi, S.P., utilizando-se a mesma metodologia já descrita.

Tais procedências tiveram origem na Austrália entre as latitudes 23°30' a 31°43' S, longitude de 148°40' a 149°50' E e altitude variando de 282 a 300 metros.

O número de árvores, onde foi feita a coleta, variou entre 9 e 10, em função da disponibilidade de frutos (Apêndice 1). Estas procedências foram identificadas pelos números: 1, 2 e 4 (Tabela 02).

3.1.3 Raças locais

As raças locais, são aquelas já utilizadas para produção comercial de óleo essencial no Brasil, e cuja identificação da origem das sementes é desconhecida.

O fornecimento destas sementes foi feito pelas empresas: Destilaria Três Barras, Dierberger Óleos Essenciais S.A., Companhia Siderúrgica da Guanabara, Acesita Energética S.A. e Ferrovia Paulista S.A..

As raças locais foram identificadas pelos números: 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 (Tabela 03).

Tabela 02: Procedências de *Eucalyptus citriodora* com origem australiana.

Procedência	Origem	Coordenadas geográficas da região de origem			Grupo
		Lat.(S)	Long.(E)	Alt. (m)	
1- E.E.C.F. de Anhembi (T20B e T20D), Anhembi/SP	40 km S. Duaringa Central Dowson Range QLD CSIRO 12012	23°30'	149°50'	300	Sul
2- E.E.C.F. de Anhembi (T20B), Anhembi/SP	Gilgandra District NSW CSIRO 11210	30°43'	148°40'	282	Sul
3- E.E.C.F. de Anhembi (T20B e T20D), Anhembi/SP	Atherton (Herberton) QLD Irvine Bank / Mt.Garnet CSIRO 12379	17°00' a 17°53'	144°56'a 145°35'	600 a 960	Norte
4- E.E.C.F. de Anhembi (T20B), Anhembi/SP	Gilgandra Central NSW CSIRO 12805	31°43'	148°40'	282.6	Sul
5- E.E.C.F. de Anhembi (T20D), Anhembi/SP	Herberton Weather Station Atherton Tablelands NQLD CSIRO 13463	17°23'	145°23'	867	Norte
6- E.E.C.F. de Anhembi (T20D), Anhembi/SP	6 km E - SE Mt. Molly QLD CSIRO 13472	16°42'	145°23'	600	Norte
7- E.E.C.F. de Anhembi (T20D), Anhembi/SP	6 a 8 km E -SE Mt. Garnet QLD CSIRO 13628	17°37'	145°08'	600	Norte
8- E.E.C.F. de Anhembi (T20D), Anhembi/SP	135 a 137 km N. Hunghenden Hann Highway QLD CSIRO 12939	19°25'	144°16'	890	Norte
16. Faz. Gama, Lassance MG*(17°53'S; 42°51'O; 536 m)	Atherton (Herberton) QLD Irvine Bank / Mt.Garnet CSIRO 12379	17°00' a 17°53'	144°56'a 145°35'	600 a 960	Norte

Tabela 03: Raças locais de *Eucalyptus citriodora*.

Procedência	Coordenadas geográficas da procedência		
	Lat. (S)	Long. (O)	Alt. (m)
9- Faz. Três Barras, Torrinha/SP	22°25'	48°10'	769
10- Faz. Guanabara, Sta Maria da Serra/SP	22°34'	48°10'	505
11- Faz. Morro Alto, Barra Bonita/SP	22°30'	48°34'	425
12- Horto Ftal Boa Sorte, Restinga/SP	20°45'	47°27'	740
13- Acesita, Itamarandiba/MG	17°51'	42°51'	1097
14- Faz. Água Vermelha, Barra Bonita/SP	22°30'	48°34'	425
15- Horto Ftal Vergel, Mogi Mirim/SP	22°31'	46°57'	588

3.2 Local de instalação do experimento

A produção de mudas e o plantio foram realizados na Estação Experimental em Ciências Florestais de Itatinga (E.E.C.F. de Itatinga), localizada no município de Itatinga, S.P., e compreendida na latitude de 23°10' S, longitude 48°40' W e altitude média de 875 metros. O clima é classificado como Cwa (mesotérmico), segundo Koeppen, a precipitação média anual de 1296 mm, a temperatura média anual de 21 °C, e o relevo é suavemente ondulado, predominando solos do tipo latossolos e podzois.

3.3 Métodos

3.3.1 Produção de mudas e instalação do experimento

A produção de mudas foi feita em tubetes, utilizando-se, como substrato, produto obtido da compostagem de casca de eucalipto. As mudas, produzidas a partir das sementes das procedências norte e sul da Austrália, foram

identificadas em função das árvores coletadas. As mudas, produzidas com sementes de uma única árvore, foram chamadas de progênies de meio irmãos, as quais formaram uma família.

O sistema de preparo de solo foi o de cultivo mínimo, caracterizado pela passagem do rolo-facas, a aplicação de herbicida, sulcamento e aplicação de 150 kg/ha do adubo 10-20-10 no plantio e 6 meses após.

3.3.2 Delineamento

O experimento foi instalado no delineamento de blocos compactos em famílias ("Compact Family Blocks"), o qual é baseado no esquema de parcelas subdivididas.

Para as procedências norte e sul australianas, as parcelas são as procedências propriamente ditas, e as sub-parcelas as famílias. No caso das raças locais, as parcelas não puderam ser subdivididas, e foram identificadas apenas ao nível de procedências. Todas as parcelas foram distribuídas em 3 blocos.

Nas procedências com origem norte e sul da Austrália o número de sub-parcelas foi variável, em função da disponibilidade de sementes na área de coleta. O número de árvores por sub-parcela foi fixado em 15 plantas, dispostas linearmente. As raças locais também foram dispostas em parcelas lineares de 15 plantas cada uma.

Foi utilizada uma bordadura de uma linha de plantas para separar as procedências das regiões norte e sul da Austrália e as raças locais, como também ao redor de todo o experimento. O espaçamento adotado foi de 3 x 1 metros, bastante usado nos plantios destinados à produção de óleo essencial no Brasil.

3.3.3 Avaliações

3.3.3.1 Medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas

Aos 12 meses de idade foram avaliadas todas as plantas do experimento com relação às características de altura, diâmetro, sobrevivência e ocorrência de bifurcação.

As medições de altura foram feitas com auxílio de uma régua graduada que era colocada ao lado da planta.

O diâmetro foi medido na altura de 30 centímetros do solo, com uma suta de madeira. O diâmetro foi tomado a esta altura devido a ocorrência de algumas plantas do experimento, que não apresentavam fuste suficientemente desenvolvido para a medida do diâmetro à altura do peito (DAP).

A porcentagem de sobrevivência foi calculada a partir da contagem do número de plantas mortas nas sub-parcelas.

O levantamento da ocorrência do número de plantas bifurcadas por sub-parcela não levou em consideração a altura da bifurcação no tronco, mas sim apenas a presença ou ausência desta.

3.3.3.2 Avaliação da produção de biomassa

O método usado nesta avaliação consistia na coleta de toda a parte aérea da planta, com exceção do tronco, e pesagem imediata dos ramos destiláveis e dos ramos não destiláveis (peso verde), separadamente (Figura 04). Considerou-se ramos destiláveis aqueles cujo diâmetro era inferior a 1,5 cm e ramos não destiláveis aqueles com diâmetro superior a 1,5 cm (Figura 02). Nesta avaliação foram utilizados facões e balanças mecânicas.

Em função do número variável de famílias nas procedências com origem norte e sul australianas, convencionou-se o número mínimo de 5 famílias por procedência para as avaliações de biomassa. Essas famílias foram escolhidas

aleatoriamente.

Nas avaliações de ramos destiláveis, as procedências com origem norte e sul da Austrália, foram amostradas 3 plantas por família, respectivamente a quarta, oitava e a décima segunda, em todas as procedências e blocos. Quando a planta a ser amostrada coincidia com uma falha, amostrava-se a planta seguinte. Nas raças locais, foram avaliadas todas as plantas da parcela, obtendo dessa forma 15 medidas por procedência, e possibilitando assim a sua comparação com as procedências norte e sul australianas.

Nas avaliações de ramos não destiláveis, para as procedências norte e sul australianas, foi amostrada apenas uma planta por família, obtendo assim 5 medidas por procedência. Para as raças locais, também foram tomadas 5 medidas.

Estas avaliações foram realizadas aos 18 meses após a instalação do experimento, conforme é prática comum na coleta de folhas em plantios comerciais para a extração de óleo essencial no Brasil.

Figura 02: Esquema do *E. citriodora*, com aproximadamente 2 anos de idade, evidenciando os ramos destiláveis (RD) e os ramos não destiláveis (RND).

3.3.3.3 Avaliação do rendimento em óleo essencial

Para a avaliação do rendimento em óleo, nas procedências com origem norte e sul australianas, foram coletadas amostras compostas de 2 kg de ramos destiláveis (RD), retirados das 3 plantas utilizadas na avaliação da produção de biomassa. Obteve-se assim um volume total de 30 kg de RD por procedência, mantendo-se a individualidade da amostra por família e por bloco. Para as raças locais, foram retiradas 5 amostras de 2 kg de RD por procedência, e por bloco, resultando numa quantidade de amostras igual àquela obtida para as procedências norte e sul australianas.

Cada amostra de 2 kg foi embalada em saco plástico (Figura 04), identificada e armazenada em câmara fria à -20°C até o momento da destilação do óleo, que ocorreu 4 dias após a coleta.

O método de destilação utilizado foi o de arraste a vapor sob baixa pressão, usando-se, para tanto um conjunto de 9 domas experimentais de escala laboratorial, com volume útil de 8,6 litros cada, as quais encontravam-se instaladas na empresa Dierberger Óleos Essenciais S.A., município de Barra Bonita, Estado de São Paulo (Figura 03 e 04).

As amostras, para destilação, consistiam de 1 kg de RD, a qual era colocada dentro da dorna juntamente com 1,5 litros de água. Após o fechamento da doma, a mesma era aquecida externamente com vapor.

O tempo de destilação foi de uma hora, considerado a partir do início da evaporação da água contida na dorna. O óleo coletado foi pesado em balança analítica para posterior cálculo de rendimento. Este cálculo foi feito dividindo-se a quantidade de óleo obtido (kg), pela quantidade de folha utilizada (kg) e multiplicando esta razão por 100, resultando, assim, na porcentagem de rendimento em óleo.

A umidade presente no óleo foi eliminada adicionando-se sulfato de sódio anidro. Após 30 minutos, era feita a filtração e o envasamento do óleo em vidros de 5 ml. As amostras foram mantidas em refrigerador (5 °C) até o momento da análise do teor de citronelal.

Figura 03: Dorna utilizada na extração do óleo essencial

3.3.3.4 Análise do teor de citronelal

A análise do teor de citronelal no óleo obtido das 16 procedências foi feita no laboratório do Setor de Química Celulose e Energia do Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, USP, através de cromatógrafo à gás de marca HP 5890 serie II, em coluna capilar HP-20M (Carbowax 20M) com 50 metros de comprimento. O aquecimento foi de 6°C/minuto, iniciando em 75 °C e finalizando aos 210 °C. O injetor foi programado para temperatura de 220°C e o detetor para 240 °C. O gás de arraste, hélio, foi injetado num fluxo de 1 ml/min. O volume de óleo utilizado para análise cromatográfica foi de 0,5 microlitro.

FIGURA 04 – Avaliação da produção de biomassa e destilação dos ramos destiláveis do *Eucalyptus citriodora*. (A) Corte dos ramos destiláveis. (B) Parcela de raças locais onde já ocorreu o corte dos ramos. (C) Pesagem dos ramos destiláveis e não destiláveis separadamente. (D) Amostras de ramos destiláveis para destilação. (E) Dorna utilizada para extração do óleo essencial. (F) Enchimento das dornas com ramos destiláveis.

3.3.4 Análise estatística

As variáveis avaliadas na análise estatística foram altura, diâmetro, porcentagem de sobrevivência e de ocorrência de bifurcação, ramos destiláveis, ramos não destiláveis, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos de famílias compactas, entretanto, após uma primeira avaliação dos resultados, concluiu-se que o esquema aninhado se mostraria mais adequado para a realização das análises estatísticas. Tal esquema considera que as famílias encontram-se aninhadas em cada procedência (Scheffé, 1959).

Foi feita também uma análise exploratória dos dados verificando a normalidade dos mesmos, através do procedimento *UNIVARIATE*, e a homogeneidade de variância (homocedasticidade) dos tratamentos pelo procedimento *MEANS* do programa SAS (*STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM*). Mesmo quando não ocorreu normalidade, foi efetuada a análise de variância para os casos que apresentavam homocedasticidade e baixo coeficiente de variação.

Quando necessário, foi usada a transformação dos dados na tentativa de se alcançar a homogeneidade de variâncias e, junto a esta, uma melhor aproximação da normalidade dos dados, obtendo uma redução do coeficiente de variação das amostras. Nos casos em que os dados transformados não atingiram a homocedasticidade, desprezou-se alguns tratamentos a fim de obter condições para a realização das análises e testes.

O modelo matemático utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + b_k + p_i + f_{j(i)} + e_{ijk}$$

para $k=1,2 \text{ e } 3;$
 $i= 1,2, 3,...16;$
 $j= 1,2,3,4 \text{ e } 5;$

sendo:

- μ a média geral;
- b_k efeito do k-ésimo bloco na variável dependente;
- p_i efeito do i-ésima procedência na variável dependente;
- $f_{j(i)}$ efeito da j-ésima família aninhada ao i-ésima procedência;
- e_{ijk} erro aleatório;

Os efeitos p_i e $f_{j(i)}$ são aleatórios onde podemos supor que $p_i \sim N(0, \sigma_p^2)$ e $f_{j(i)} \sim N(0, \sigma_f^2)$ independentes.

A análise de variância deste modelo matemático foi realizada através do procedimento GLM (*GENERAL LINEAR MODELS*) do programa SAS, considerando as procedências e as famílias dentro de procedência com efeitos aleatórios, e com testes adaptados para testar estes efeitos.

A análise de variância com aplicação do teste F teve como objetivo verificar a ocorrência de diferença significativa entre as procedências e/ou famílias dentro de procedência avaliadas com relação às variáveis mensuradas.

A esperança dos quadrados médios foi calculada utilizando-se o procedimento VARCOMP (*VARIANCE COMPONENT*) do programa SAS (Tabela 04).

Tabela 04: Esquema de análise de variância e das esperanças dos quadrados médios (EQM) obtidos na análise de variância do delineamento aninhado.

Causas de Variação	G. L.	E.Q.M.
Bloco	K - 1	$\sigma_e^2 + \phi(b)$
Procedência	P - 1	$\sigma_e^2 + k_1\sigma^2 f(p) + k_2\sigma^2 p$
Famílias (Procedência)	(F - 1) (P - 1)	$\sigma_e^2 + k_1\sigma^2 f(p)$
Resíduo	(K - 1) (P - 1)	σ_e^2

O cálculo dos valores de F foram feitos pelas seguintes fórmulas:

$F_{\text{bloco}} = QM_{\text{bloco}} / QM_{\text{resíduo}}$
 $F_{\text{procedência}} = QM_{\text{procedência}} / QM_{\text{família(procedência)}}$

$F_{\text{família(procedência)}} = QM_{\text{família(procedência)}} / QM_{\text{resíduo}}$

Nos casos em que não houve diferença significativa entre famílias dentro de procedências, considerou-se esse efeito como fixo e realizou-se o teste Tukey, o qual permite verificar quais procedências diferem significativamente entre si.

Para a realização das demais análises, utilizaram-se os valores médios obtidos para as famílias das procedências norte e sul australianas, e as médias das procedências raças locais, as quais são apresentadas nas Tabelas 05, 06, 09 e 10.

No sentido de se estabelecer uma proposta metodológica para a avaliação de plantios destinados a produção de óleo essencial, foi realizado o estudo de correlação das variáveis medidas e a análise de regressão linear múltipla.

A análise de correlação teve por objetivo verificar o grau de relacionamento das variáveis mensuradas. Para tanto, utilizou-se do procedimento *CORRELATION*, do programa SAS.

Com o objetivo de poder estimar indiretamente o rendimento em óleo e o teor de citronelal, foi realizada a análise de regressão linear múltipla, tendo como variáveis independentes altura, diâmetro, ramos destiláveis e ramos não destiláveis. Esta análise foi feita através do procedimento *REG* do programa SAS.

Em função da ocorrência de um comportamento diferenciado entre as procedências estudadas, foi feito um estudo para verificar a possibilidade de agrupamento das mesmas. Assim, realizou-se a análise de componentes principais e de agrupamento pelo Método de Ward.

A análise de componentes principais pode ser caracterizada como um método de análise multivariada, onde são feitas combinações lineares de variáveis observadas, independentes entre si, e estimadas com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação em termos de variação total, contido nos dados de campo (Cruz, 1990; Johnson & Wichern, 1992).

Segundo Jeffers (1972)³, citado por Cruz (1990), esta técnica é utilizada em pesquisa agrícola para: a) examinar as correlações entre caracteres estudados; b) resumir um grande conjunto de caracteres em outro menor; c) avaliar a importância de cada caráter e promover a eliminação daqueles que contribuem pouco, em termos de

³ JEFFERS, J.H.R. Principal component analysis of designed experiments the statistician 12:230-42 1972.

variação no grupo de indivíduos avaliados; d) construir índices que possibilitem o agrupamento de indivíduos; e) permitir o agrupamento de indivíduos com mais alto grau de similaridade, mediante exames visuais em dispersões gráficas.

A análise de componentes principais foi efetuada através do procedimento *PRINCOMP*, do SAS, utilizando-se as variáveis altura, diâmetro, ramos destiláveis, ramos não destiláveis, rendimento e teor de citrônella.

Em função dos resultados obtidos nesta análise, foi realizada a determinação das variáveis mais importantes para a composição dos componentes principais, pelo método de Jolliffe. No método Jolliffe, é proposto um modo de descarte de variáveis na análise dos componentes principais. Por este método, elimina-se a variável com maior valor a partir do último coeficiente de ponderação, sendo o processo conduzido até restarem o 1º e o 2º coeficientes. Para este, conserva-se o valor resultante e as variáveis correspondentes (Jolliffe, 1973).

Os resultados alcançados nesta análise foram testados através da análise de agrupamento pelo método de Ward, o qual calculou a distância de ligação pelo método "city-block (Manhattan)".

O método de Ward é um método diferente dos outros métodos de agrupamento porque se baseia no procedimento de análise de variância, sendo considerado um método muito eficiente, mas tende a produzir agrupamentos de tamanho pequeno (Statística, 1996).

A distância city-block (Manhattan), utilizada para o cálculo das distâncias de ligação entre as variáveis, é simplesmente uma distância absoluta entre as variáveis, utilizando uma ponderação para tais variáveis. Assim, o efeito de variáveis com grandes diferenças é desprezado em função da ponderação (Corrente, 1991 e Statística, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas

Em experimentos, onde são realizadas avaliações de procedências, considera-se de grande importância as medições de crescimento em altura, diâmetro e sobrevivência de plantas, as quais permitem verificar a adaptação do material testado. Tais parâmetros foram selecionados para serem aplicados neste estudo, adicionando-se, ainda, a avaliação da ocorrência de bifurcação nas plantas. Os dados originais encontram-se em Apêndice (2 a 5), os valores médios são apresentados nas Tabelas 05 e 06, e ilustrados nas Figuras de 05 a 08.

4.1.1 Sobrevivência

A sobrevivência das plantas, normalmente expressa em porcentagem, é usada para verificar a adaptação da espécie e/ou procedência a determinado local ou então a diferentes regimes de manejo. No entanto, Golfari (1972)⁴, citado por Araújo (1993), alerta que as conclusões sobre a adaptação do material testado não devem ser tomadas baseando-se apenas neste parâmetro, pois o mesmo sofre influência de fatores como por exemplo as técnicas de produção de mudas e de plantio. Andrade (1991) cita que a porcentagem de sobrevivência é um parâmetro sujeito a influências do ambiente, como por exemplo o ataque localizado de formigas e outras pragas, determinando um menor valor que o normalmente poderia ser obtido.

⁴ GOLFARI, L. II Curso de zoneamento ecológico florestal: A importância das espécies exóticas e o processo de adaptação. Belo Horizonte 12p. 1972.

Tabela 05: Valores médios das medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas, para as famílias das procedências com origem no norte (N) e sul (S) da Austrália.

Procedência	Família	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Sobrevivência (%)	Bifurcação (%)
1 (S)	20	2,93	2,67	97,8	11,1
	15	2,55	2,25	91,1	15,6
	17	2,88	2,52	97,8	22,2
	18	3,22	2,79	97,8	17,8
	22	2,57	2,16	93,3	8,9
	Média	2,83	2,48	95,6	15,1
	C.V.	9,87	10,86	3,29	35,11
2 (S)	66	3,17	2,95	93,3	13,3
	64	2,43	2,48	88,9	26,7
	37	2,80	2,62	95,6	35,6
	63	2,49	2,28	93,3	22,2
	68	2,75	2,44	95,6	17,8
	Média	2,73	2,56	93,3	23,1
	C.V.	10,80	9,87	2,91	36,99
3 (N)	24	3,98	3,43	100,0	20,0
	48	3,18	2,55	93,3	8,9
	52	3,51	2,66	100,0	15,6
	54	3,63	2,99	97,8	15,6
	23	3,67	3,15	95,6	24,4
	Média	3,59	2,96	97,3	16,9
	C.V.	8,00	12,12	2,98	34,32
4 (S)	70	2,39	2,08	91,1	8,9
	79	2,64	2,29	97,8	13,3
	73	2,84	2,62	100,0	37,8
	69	2,65	2,54	91,1	24,4
	71	3,01	2,79	95,6	8,9
	Média	2,71	2,46	95,1	18,7
	C.V.	8,67	11,37	4,18	66,60
5 (N)	39	3,90	3,18	97,8	26,7
	43	3,92	3,16	97,8	2,2
	42	3,86	3,30	88,9	46,7
	44	3,38	2,64	100,0	8,9
	40	3,57	2,95	93,3	8,9
	Média	3,73	3,04	95,6	18,7
	C.V.	6,40	8,52	4,65	96,93
6 (N)	27	2,73	2,34	75,6	20,0
	29	3,64	2,94	93,3	11,1
	33	3,72	3,01	97,8	11,1
	30	3,67	3,36	97,8	20,0
	35	3,85	3,40	91,1	6,7
	Média	3,52	3,01	91,1	13,8
	C.V.	12,73	14,10	10,06	43,28
7 (N)	3	3,45	2,82	97,8	17,8
	5	3,57	2,75	100,0	24,4
	8	3,16	2,41	88,9	13,3
	1	3,57	3,07	95,6	24,4
	2	3,69	2,98	100,0	13,3
	Média	3,49	2,80	96,4	18,7
	C.V.	5,80	9,06	4,78	29,88
8 (N)	9	3,23	2,52	97,8	20,0
	10	2,80	2,40	88,9	20,0
	11	2,86	2,29	88,9	11,1
	12	4,11	3,65	97,8	28,9
	13	3,56	2,76	93,3	18,2
	Média	3,31	2,72	93,3	19,7
	C.V.	16,35	20,09	4,76	32,25
16 (N)	Média	3,40	2,69	80,0	13,3
	C.V.	8,82	14,65	14,43	49,99

Tabela 06: Valores médios das medições de crescimento, sobrevivência e ocorrência de bifurcação nas plantas, para as raças locais.

Procedência		Altura (m)	Diâmetro (cm)	Sobrevivência (%)	Bifurcação (%)
9	Média	3,24	2,90	97,8	20,0
	C.V.	8,49	19,32	3,94	66,65
10	Média	3,09	2,82	95,6	17,8
	C.V.	8,51	17,61	8,05	43,33
11	Média	2,81	2,39	97,8	11,1
	C.V.	14,86	24,65	3,94	34,61
12	Média	2,90	2,35	97,8	13,3
	C.V.	11,24	17,25	3,94	49,99
13	Média	2,44	2,28	93,3	13,3
	C.V.	19,95	19,85	0	49,99
14	Média	2,88	2,71	91,1	8,9
	C.V.	14,01	9,00	43,25	4,22
15	Média	2,91	2,21	95,6	17,8
	C.V.	15,67	23,83	4,03	57,27

ou outras pragas, determinando um menor valor que o normalmente poderia ser obtido.

Segundo Araújo (1993), as avaliações de sobrevivência são também importantes no sentido de indicar a produtividade na área de plantio.

Apesar de sofrer influência de diversos fatores, o levantamento da porcentagem de sobrevivência ainda é recomendado e utilizado para avaliar a adaptação de espécies e procedências (Ferreira & Araújo, 1981; Andrade, 1991 e Araujo, 1993).

Na análise estatística dos resultados relativos a sobrevivência, foi observada a falta de distribuição normal e a heterogeneidade de variâncias, os quais impossibilitaram a realização da análise de variância, com aplicação do teste F. Desse modo, foram apresentados apenas os valores médios da porcentagem de sobrevivência por procedência (Figura 04).

A média de sobrevivência do experimento foi elevada, 94,5%, apresentando coeficiente de variação de 7,33%, o qual foi considerado médio, se comparados aos resultados apresentados para dados de sobrevivência em experimentos com eucalipto (Garcia, 1989).

Figura 05: Distribuição das médias de porcentagem de sobrevivência para as procedências.

A média e a amplitude de variação foram calculados separadamente para grupos de procedências, em função da origem. O grupo de procedências com origem no norte da Austrália (procedências 3, 5, 6, 7, 8 e 16) apresentou um valor médio de porcentagem de sobrevivência de 92,3% e amplitude de variação de 80,0% a 97,3%. O grupo representando as procedências de origem do sul da Austrália (procedências 1, 2 e 4) apresentou média de 94,7%, e amplitude de variação entre 93,3 e 95,6%. O grupo de raças locais (procedências 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15) apresentou média de 95,6% com amplitude de variação de 91,1 a 97,8%.

A média de sobrevivência das procedências, com exceção da 16, foi sempre superior a 90 %. As altas médias apresentadas mostram que as procedências testadas de *E. citriodora* tiveram boa adaptação ao local onde o experimento foi instalado e que não houve problemas com relação às técnicas silviculturais utilizadas.

4.1.2 Ocorrência de bifurcação nas plantas

O objetivo da avaliação à ocorrência de bifurcação nas plantas do experimento foi o de se verificar uma eventual correlação desta característica com a sua procedência e/ou origem.

Os resultados obtidos na análise estatística, em que se usou a transformação dos dados, mostraram a falta de distribuição normal e de homogeneidade de variâncias, o que impossibilitou a realização da análise de variância com aplicação do teste F. Assim, foi apresentada apenas a distribuição das médias por procedência (Figura 06).

Figura 06: Distribuição das médias de porcentagem de bifurcação para as procedências.

A média geral de ocorrência de bifurcação no experimento foi de 15,2%, com coeficiente de variação de 37,38%. O coeficiente de variação encontrado pode ser considerado alto, segundo referência em experimentações agrônomicas (Gomes, 1982).

A avaliação da ocorrência de bifurcação não considerou a sua altura no tronco, apenas a presença desta. Assim, os resultados obtidos nesta avaliação deixam

dúvida com relação à origem da bifurcação, se foi genética ou provocada por outros fatores, como por exemplo a ocorrência de seca de ponteiro bastante comum em *E. citriodora*. Ainda assim, foi calculada a média e amplitude de variação destes dados para os grupos de procedências.

O grupo de procedências de origem no norte de Austrália apresentou média de bifurcação de 16,9%, com amplitude de variação de 13,3% a 19,6%. O grupo representando as procedências do sul da Austrália teve média de 18,9%, e amplitude de variação de 15,1% a 23,1%. Para as raças locais a média foi de 14,6% com amplitude de variação entre 8,9% e 20,0%.

Por estes resultados, verifica-se que as raças locais, apesar da grande variação, apresentam menores valores de porcentagem de ocorrência de bifurcação, o que se deve, provavelmente, ao fato de que tais materiais possam ter sofrido algum tipo de seleção visando a produção de madeira, o que implica num fuste sem bifurcação.

4.1.3 Altura

Na análise estatística dos dados de altura foi necessária a utilização de transformação dos dados e a exclusão da procedência 15, a qual apresentou uma alta variância em relação às demais. Na Figura 07 são apresentadas as médias de altura total para as procedências.

A média geral de altura, obtida no experimento, foi de 3,08 m com coeficiente de variação de 8,00 %, o qual foi considerado médio segundo os resultados apresentados para testes de procedência do gênero *Eucalyptus* (Garcia, 1989).

O grupo formado pelas procedências com origem no norte da Austrália apresentou média de 3,50 m com amplitude de variação de 3,31 a 3,73 m. As procedências com origem no sul da Austrália teve média de 2,76 m e amplitude de variação de 2,71 a 2,83 m. O grupo das raças locais teve média de 2,90 m e amplitude de variação de 2,44 a 3,24 m. Esses resultados mostram que o grupo das procedências do norte da Austrália apresentou crescimento superior em altura quando comparado ao material do sul da Austrália e das raças locais.

Figura 07: Distribuição das médias de altura total por procedência.

Na Tabela 07, são apresentados os resultados da análise de variância, com aplicação do teste F, os quais mostram a ocorrência de diferença significativa ao nível de 1 % para blocos e procedências e de 5 % para famílias dentro de procedências.

Tabela 07: Análise de variância com aplicação do teste F para dados de altura.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,20873	10,61**
Procedências	14	0,18599	6,04**
Famílias (Proced)	60	0,03080	1,57*
Resíduo	148	0,01967	
Total	224		

**, *: significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

A diferença significativa entre procedências, ao nível de 1% de probabilidade, confirma a existência de comportamentos diferenciados de uma mesma

espécie em função da procedência, permitindo assim a seleção de procedências mais adaptadas e com maior potencial de crescimento para cultivo.

O teste F detectou também a ocorrência de diferença significativa entre famílias dentro de procedências, ao nível de 5 % de probabilidade. Este resultado indica uma possibilidade de seleção de famílias dentro de procedência, considerando a característica crescimento em altura.

O teste de comparação de médias, teste Tukey, não foi realizado para a variável altura, devido à heterogeneidade entre famílias dentro da procedência, não permitindo assim a obtenção de uma média que representasse a procedência.

4.1.4 Diâmetro

A média de todas as procedências para a variável diâmetro foi de 2,60 cm com coeficiente de variação igual a 13,00 %. Segundo Gomes (1982), este valor de coeficiente de variação, em experimentação agrônoma, é considerado médio.

Nas Tabelas 05 e 06, e Figura 08, estão apresentadas as médias de diâmetro para todas as procedências. Analisando-se por grupo, a média das procedências da região norte da Austrália foi de 2,87 cm, com amplitude de variação de 2,69 a 3,04 cm. As procedências da região sul da Austrália apresentaram média de 2,50 cm e amplitude de variação de 2,46 a 2,56 cm. As raças locais tiveram média de 2,52 com amplitude de variação entre 2,21 e 2,90 cm. Os resultados obtidos para a variável diâmetro confirmam aqueles apresentados para a variável altura, mostrando o grupo de procedências de origem na região norte da Austrália com maior média.

Na análise estatística realizada com os dados transformados, observou-se a ocorrência de heterogeneidade de variâncias. No entanto, o baixo coeficiente de variação e a ocorrência de normalidade dos dados possibilitou a realização da análise de variância com aplicação do teste F (Tabela 08).

Figura 08: Distribuição dos valores médios de diâmetro por procedência e o resultado do teste Tukey (colunas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

Tabela 08: Análise de variância com aplicação do teste F para dados de diâmetro.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,09841	2,24 ^{n.s.}
Procedências	15	0,11768	2,33**
Famílias (Proced)	64	0,05055	1,15 ^{n.s.}
Resíduo	158	0,04394	
Total	239		

^{**}, ^{n.s.}: significativo ao nível de 1 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Através da Tabela 08, observa-se que o teste F resultou na ocorrência de diferença significativa, ao nível de 1 % de probabilidade, entre procedências para a variável analisada. Houve, portanto, indicação de um comportamento diferenciado da espécie em função da procedência.

O teste Tukey (Figura 08), considerando a procedência como efeito fixo, comparou as médias das procedências, ao nível de 5 % de significância e indicou que

procedências 5 e 6 apresentaram as maiores médias de diâmetro, e diferem significativamente apenas da procedência 15. As procedências 5 e 6 são de origem norte australiana, enquanto que a procedência 15 é raça local de origem desconhecida.

O teste Tukey mostrou que não existe uma separação clara das procedências, considerando a variável diâmetro, em função da origem. Contudo, as procedências com origem norte da Austrália, apresentaram as maiores médias.

Segundo os resultados obtidos nas avaliações de crescimento, observa-se que o grupo de procedências com origem norte australiana, além de apresentar uma alta taxa de sobrevivência, tem maior crescimento em altura e diâmetro.

Alguns trabalhos relatam que procedências de *E. citriodora* oriundas da região norte da Austrália tiveram maior crescimento inicial que aquelas provenientes da região sul, mas em idades mais avançadas, as procedências sul australianas tiveram maiores taxas de crescimento (Assis et al., 1983 e Ferreira, 1993).

Os resultados obtidos no presente trabalho não diferem daqueles alcançados por Andrade (1991), que estudando procedências de *E. citriodora* na região do norte e nordeste do Estado de Minas Gerais, observou que as procedências com origem no norte da Austrália apresentaram maior crescimento que as demais estudadas pelo autor.

Desse modo, é importante a realização de novas medições de crescimento para uma melhor caracterização das procedências com origem no norte da Austrália.

4.2 Produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal.

Os dados originais, referentes à produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal, são apresentados em Apêndice (06 a 09). Os valores médios obtidos encontram-se nas Tabelas 09 e 10, e ilustrados nas Figuras 09 a 12.

4.2.1 Produção de biomassa

Apresentada como objetivo final, a produção de óleo essencial, e considerando que este é encontrado basicamente nas folhas, torna-se interessante o cultivo de plantas que apresentem grande quantidade de folhas para exploração. Assim, o estudo da produção de biomassa, considerando apenas os ramos destiláveis e os ramos não destiláveis, foi realizada, no sentido de se verificar a existência de variabilidade desta característica em função da procedência, e sua possível correlação com a produção de óleo essencial.

4.2.1.1 Ramos destiláveis

O interesse em avaliar os ramos destiláveis consistiu em quantificar a biomassa produtora de óleo e assim identificar as procedências com maior capacidade de produção de folhas.

Os resultados da análise estatística, com dados transformados, indicaram uma média geral do experimento de 1426 g de ramos destiláveis/ árvore, com coeficiente de variação igual a 7,51 %. Considerando os resultados de experimentação agrônômica, o valor encontrado de coeficiente de variação pode ser considerado baixo (Gomes, 1982). Na Figura 09, são apresentadas as médias de ramos destiláveis para todas as procedências.

Tabela 09: Valores médios das medições da produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal para as famílias das procedências com origem no norte (N) e sul (S) da Austrália.

Procedência	Família	Rdest. (g)*	RNDest. (g)*	RÓleo (%)*	Cítro. (%)*
1 (S)	20	1907	233	1,24	85,43
	15	1739	225	1,53	83,85
	17	1522	365	1,60	86,54
	18	871	190	1,15	85,69
	22	1349	212	1,95	87,02
	Média	1478	245	1,49	85,71
	C.V.	27,05	28,18	21,25	1,42
2 (S)	66	1581	233	1,94	85,89
	64	1986	326	2,04	83,71
	37	1339	243	1,89	84,74
	63	1333	339	1,70	82,57
	68	1507	271	1,40	87,01
	Média	1549	283	1,79	84,78
	C.V.	17,22	16,96	13,95	2,06
3 (N)	24	1883	618	1,94	83,21
	48	1284	271	2,16	89,09
	52	1147	263	1,84	88,08
	54	1231	209	1,90	88,76
	23	1953	423	2,16	86,86
	Média	1500	357	2,00	87,20
	C.V.	25,74	46,59	7,52	2,74
4 (S)	70	1610	323	1,47	85,23
	79	1332	211	1,63	82,15
	73	1572	219	1,61	84,14
	69	1878	452	1,52	85,57
	71	1999	299	1,43	84,34
	Média	1678	301	1,53	84,29
	C.V.	15,71	32,41	5,78	1,58
5 (N)	39	2456	450	1,44	89,66
	43	2240	525	1,43	83,07
	42	2043	505	1,66	85,73
	44	1888	231	1,58	87,50
	40	1236	407	1,67	87,48
	Média	1973	424	1,56	86,69
	C.V.	23,51	27,67	7,49	2,83
6 (N)	27	1525	234	2,00	85,70
	29	1615	177	1,68	86,19
	33	2683	464	1,30	88,95
	30	2501	235	1,12	88,06
	35	3261	351	1,40	86,36
	Média	2317	292	1,50	87,05
	C.V.	31,86	39,32	23,08	1,59
7(N)	3	1472	807	1,48	84,92
	5	1045	275	1,57	88,98
	8	1280	283	1,57	83,47
	1	2893	671	1,82	87,22
	2	2144	365	1,28	83,83
	Média	1767	480	1,54	85,68
	C.V.	42,50	50,71	12,42	2,75
8 (N)	9	1019	368	1,48	83,73
	10	1865	333	1,73	83,96
	11	1946	218	1,78	83,60
	12	1975	617	1,51	86,76
	13	1932	249	1,70	86,19
	Média	1747	357	1,64	84,85
	C.V.	23,42	44,06	8,21	1,77
16 (N)	Média	2047	295	1,69	89,14
	C.V.	18,27	32,92	11,45	1,19

* Onde: Rdest=ramos destiláveis; RNDest=ramos não destiláveis; Roleo=rendimento em óleo; Citro=teor de citronelal

Tabela 10: Valores médios das medições de produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal para as raças locais.

Proc		RDest. (g)*	RNDest. (g)*	RÓleo (%)*	Citro. (%)*
9	Média	1858	320	1,30	83,08
	C.V.	30,60	25,51	12,32	2,07
10	Média	1535	342	1,60	84,05
	C.V.	45,08	31,46	10,79	2,80
11	Média	1786	372	1,47	84,40
	C.V.	31,36	36,21	7,51	1,40
12	Média	1584	264	1,39	82,32
	C.V.	30,33	23,89	8,25	3,14
13	Média	961	252	1,61	74,94
	C.V.	21,72	36,57	6,65	3,49
14	Média	1406	176	1,73	83,11
	C.V.	18,41	34,95	5,21	2,64
15	Média	1290	194	1,28	80,04
	C.V.	26,46	47,34	7,93	5,66

* Onde: Rdest=ramos destiláveis; RNDest=ramos não destiláveis; Roleo=rendimento em óleo; Citro=teor de citronelal

Fazendo uma análise das médias dos grupos com amplitude de variação observou-se que o grupo com origem no norte da Austrália apresentou média de 1892 g, com amplitude de variação de 1500 a 2317 g. O grupo das procedências do sul da Austrália teve média de 1568 g e amplitude de variação entre 1478 a 1678 g. O grupo de raças locais apresentou média de 1489 g com amplitude de variação de 961 a 1858 g. Pode-se verificar, portanto, que o grupo do norte da Austrália apresenta maior capacidade de produção de material destilável quando comparado aos demais.

Considerando que nos plantios destinados à produção de óleo essencial a densidade de plantio é de 3.333 plantas/hectare, e que o grupo de procedências do norte da Austrália produz em média 400 gramas de ramos destiláveis a mais do que o grupo de procedências raças locais, tem-se uma diferença de produção média de 1,3 toneladas por hectare.

Figura 09: Distribuição das médias de ramos destiláveis por procedências e o resultado do teste Tukey (colunas com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade).

A análise indicou, também, a falta de normalidade dos dados, mas, como ocorreu homogeneidade de variâncias entre procedências e baixo coeficiente de variação, foi possível a realização da análise de variância com aplicação do teste F (Tabela 11).

O quadro da análise de variância para os dados de ramos destiláveis mostra a existência de diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade entre as procedências testadas. O resultado obtido do teste Tukey (Figura 09), considerando o efeito procedência como fixo, ao nível 5 % de significância, mostra que as procedências 6, 16, 5 e 9 diferem da procedência 13.

Tabela 11: Análise de variância com aplicação do teste F para os dados de ramos destiláveis.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,60788	2,04 ^{n.s.}
Procedências	15	0,77720	2,34 ^{**}
Famílias (Proced)	64	0,33271	1,12 ^{n.s.}
Resíduo	158	0,29790	
Total	239		

^{**}, ^{n.s.} : significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

As procedências 5, 6 e 16 são de origem norte australiana, enquanto a 9 e a 13 são raças locais com origem desconhecida. Nota-se, portanto, que apesar de não haver uma separação nítida entre grupos de procedências, existe um maior número de procedências com origem norte australiana apresentando maiores médias de produção de ramos destiláveis.

4.2.1.2 Ramos não destiláveis

A seleção de procedências com menores quantidades de ramos não destiláveis é desejável, no sentido de facilitar o trabalho operacional e otimizar a utilização das dornas de destilação. A avaliação da produção de ramos não destiláveis foi feita para verificar a existência de variação desta característica em função da procedência.

Utilizando os dados da Tabela 09 e 10 e fazendo-se uma análise simples das médias por grupos, observa-se que o grupo das procedências do norte da Austrália apresentou produção média de ramos não destiláveis igual a 368 g com amplitude de variação de 292 a 480 g. O grupo das procedências do sul da Austrália apresentou média de 278 g e amplitude de variação de 245 a 301 g. O grupo das raças locais apresentou média de 274 g com amplitude de variação de 176 a 372 g.

Na análise das médias dos grupos de procedências, verifica-se que as procedências do norte da Austrália têm maior produção de ramos não destiláveis quando comparado aos demais grupos. A Figura 10, mostra a distribuição das médias de ramos não destiláveis para as procedências estudadas.

Figura 10: Distribuição das médias de ramos não destiláveis por procedência e o resultado do teste Duncan (colunas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

Os resultados da análise estatística, com os dados transformados, revelam a ocorrência de normalidade e homogeneidade de variâncias. A média geral do experimento para os dados de ramos não destiláveis foi igual a 256 g, com um coeficiente de variação de 12,54%. Com base em Gomes (1982), pode-se considerar médio o valor obtido de coeficiente de variação dos dados de ramos não destiláveis. Os resultados da análise de variância com aplicação do teste F são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de ramos não destiláveis.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,52365	1,08 ^{n.s.}
Procedências	15	0,77900	2,32**
Famílias (Proced)	64	0,33586	0,69 ^{n.s.}
Resíduo	140	0,48369	
Total	221		

** ^{n.s.}: significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

A Tabela 12 mostra que ocorre diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade entre as procedências testadas. A realização da análise de comparação das médias das procedências foi feita pelo teste Duncan, o qual considerou o efeito procedências como fixo e identificou as procedências que apresentam diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade (Figura 10). Este teste mostra que as procedências 5 e 7 diferem significativamente das procedências 13, 1, 15 e 14. As procedências 5 e 7 são de origem norte australiana, enquanto que a procedência 1 tem origem na região sul da Austrália, e as procedências 13, 14 e 15 são raças locais.

Os resultados obtidos nas avaliações de produção de biomassa mostraram, de maneira geral, que o grupo de procedências com origem no norte da Austrália produz maior quantidade de ramos destiláveis e não destiláveis que os demais. Os grupos de procedências com origem no sul da Austrália e raças locais apresentaram resultados semelhantes.

É interessante notar que as procedências 6, 9 e 16 apresentaram as maiores médias de ramos destiláveis, e as médias de produção de ramos não destiláveis se mantiveram próximas da média geral do experimento. As procedências 14 e 15 tiveram médias de ramos destiláveis próximas à média do experimento e baixa produção de ramos não destiláveis. As procedências 1, 2, 4, 8, 10, 11 e 12 apresentaram médias de ramos destiláveis e não destiláveis próximos à média do experimento. As médias de produção de ramos destiláveis das procedências 3 e 7 foram próximas da média geral do experimento e apresentaram altas médias de produção de ramos não destiláveis. A procedência 5 apresentou alta média de produção de ramos destiláveis e não destiláveis, e a procedência 13 apresentou baixa média de produção de ramos destiláveis e produção de ramos não destiláveis próxima à média do experimento.

Considerando que é mais interessante uma maior quantidade de ramos destiláveis do que dos não destiláveis, as procedências 6, 9, 16, 14 e 15 se mostraram mais adequadas com relação à produção de biomassa destilável, na idade avaliada.

Seria interessante a realização de novas avaliações de produção de ramos destiláveis e não destiláveis, no sentido de confirmar estes resultados em outras idades.

4.2.2 Rendimento em óleo essencial

O rendimento em óleo essencial é a relação entre a quantidade de óleo produzida e a quantidade de folhas utilizadas, neste caso, ramos destiláveis, e sendo expresso em porcentagem

Os resultados da análise de estatística para os dados de rendimento em óleo essencial, com os dados transformados, indicam a ocorrência de distribuição normal e homogeneidade de variâncias. A média geral obtida no experimento foi igual a 1,55 % apresentando coeficiente de variação de 9,17%. O valor encontrado para coeficiente de variação pode ser considerado baixo, conforme Gomes (1982). Na Figura 11 estão apresentadas as médias de rendimento em óleo essencial para as procedências.

A análise de variância, com aplicação do teste F (Tabela 13), revela a existência de diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade entre as procedências avaliadas.

Pelo resultado do teste Tukey (Figura 11), que considerou o efeito procedência fixo, verifica-se que não existe uma homogeneidade dentro dos grupos de procedências norte e sul da Austrália e raças locais, para a variável rendimento em óleo. Pode-se observar pelo teste Tukey, as maiores médias foram obtidas nas procedências 3, 2, 14, 16 e 8, onde 2 é originária do sul da Austrália, 3, 8 e 16 são de origem norte australiana, e a 14 é raça local com origem desconhecida.

Analisando os grupos de procedências, pelas médias da Tabela 09 e 10, nota-se que o grupo das procedências do norte da Austrália teve média de 1,66% com amplitude de variação de 1,50 a 2,00%. O grupo de procedências do sul da Austrália apresentou média igual a 1,60% e amplitude de variação entre 1,49 e 1,79%, enquanto que o grupo das procedências raças locais apresentou média de 1,48% com amplitude de variação de 1,28 a 1,73%.

A procedência 3 apresentou maior média de rendimento em óleo essencial e diferiu significativamente das procedências 13, 10, 5, 7, 4, 6, 1, 11, 12, 9 e 15. A procedência 2 aparece como a segunda maior média diferindo significativamente das procedências 12, 9 e 15. As procedências 14 e 16 diferiram da 9 e 15, e a procedência 8 diferiu apenas da 15.

Figura 11: Distribuição das médias de rendimento em óleo essencial por procedência e o resultado do teste Tukey (colunas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

Tabela 13: Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados de rendimento em óleo essencial.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,000029	0,22 ^{n.s.}
Procedências	15	0,000790	4,88**
Famílias (Proced)	64	0,000162	1,24 ^{n.s.}
Resíduo	158	0,000131	
Total	239		

^{**}, ^{n.s.} : significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Os resultados das análises estatísticas, para rendimento em óleo essencial, mostram que existe diferença significativa entre as procedências avaliadas, mas não ocorre uma diferenciação nítida das mesmas em função da origem. O teste Tukey mostra que entre as maiores médias de rendimento em óleo, existem

procedências com origem na região norte e sul da Austrália e procedência raça local. A ocorrência de raça local com alto rendimento em óleo essencial pode ser devido a uma eventual prévia seleção deste material para produção de óleo.

A análise dos resultados para os grupos de procedências, mostra que o grupo com origem no norte da Austrália apresentou maior média e maior amplitude de variação quando comparado aos demais grupos. A ocorrência de variabilidade de rendimento no grupo, que apresentou maior média, indica a possibilidade de se trabalhar geneticamente com suas procedências visando a seleção de materiais com alto rendimento em óleo essencial.

4.2.3 Teor de Citronelal

O principal componente do óleo essencial do *E. citriodora* é o citronelal, o qual é amplamente utilizado como matéria básica nas indústrias de perfumaria. A qualidade do óleo é medida em função da quantidade deste componente. O teor mínimo de citronelal contido no óleo exigido pelo mercado é de 70%. Assim, a seleção de procedências, que apresentam um maior rendimento em óleo e maior teor de citronelal, é de grande interesse, pois a partir de um menor volume de biomassa poderia ser extraída uma maior quantidade de óleo com qualidade superior.

Na análise estatística dos dados de teor de citronelal, foi realizada a transformação dos dados e exclusão das procedências 13 e 15, as quais apresentaram valores de variância elevados quando comparados aos das demais procedências, provocando assim a heterocedasticidade.

A média geral do teor de citronelal no experimento foi igual a 85,37% com coeficiente de variação de 4,07%. A análise de variância, com aplicação do teste F, apresentou diferença significativa ao nível de 1 % de probabilidade entre as procedências avaliadas (Tabela 14).

Figura 12: Distribuição das médias de teor de citronelal por procedência e resultados do teste Tukey (colunas com a mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade).

O grupo das procedências com origem no norte da Austrália apresentou média de 86,77% e amplitude de variação de 84,85 a 89,14%. O grupo de procedências do sul da Austrália teve média igual a 84,93% e amplitude de variação entre 84,29 e 85,71%. O grupo de raças locais apresentou média de 81,71% com amplitude de variação de 74,94 a 84,40%. A distribuição das médias de teor de citronelal por procedência podem ser visualizadas na Figura 12.

No teste Tukey (Figura 12), que considerou o efeito procedência como fixo, verifica-se que ocorre diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade entre a procedência 16 e as procedências 8, 2, 4, 11, 10, 9, 14 e 12. As procedências 3, 6 e 5 diferem significativamente da procedência 12. O agrupamento das maiores médias de teor de citronelal, feito pelo teste Tukey, é representado pelas procedências 16, 3, 6, 5, 1 e 7, onde a procedência 1 é de origem sul australiana, as procedências 3, 5, 6 7 e 16 são de origem norte australiana. Portanto, verifica-se um número superior de procedências do norte da Austrália apresentando maiores médias de teor de citronelal.

Tabela 14: Análise de variância com aplicação do teste F, para os dados do teor de citronelal.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	2	0,00085	0,37 ^{n.s.}
Procedências	13	0,01072	5,18**
Famílias (Proced)	56	0,00207	0,90 ^{n.s.}
Resíduo	135	0,00229	
Total	206		

^{**}, ^{n.s.} : significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Os resultados de rendimento em óleo essencial e teor de citronelal mostram que o grupo de procedências com origem no norte da Austrália, apresenta em geral maiores médias de rendimentos e de teores de citronelal no óleo. Desse modo, este grupo é o mais indicado para o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento, visando qualidade de óleo essencial e lembrando novamente a importância da realização de novas avaliações em idades mais avançadas.

Considerando os resultados das avaliações de crescimento, produção de biomassa, rendimento e teor de citronelal, as procedências 3, 5, 6, 8 e 16 apresentaram maior destaque.

A procedência 3 merece grande atenção, uma vez que ela se destaca com relação a rendimento em óleo essencial e teor de citronelal. Deve-se ressaltar que a procedência 16 é terceira geração da procedência 3 no Brasil, e que também obteve destaque em rendimento e teor de citronelal. Pode-se observar também que a procedência 16 apresentou um aumento de teor de citronelal.

4.3 Estudo da possibilidade de simplificação da proposta metodológica para avaliação de plantios destinados à produção de óleo essencial

Nos plantios de *E. citriodora*, as variáveis rendimento em óleo essencial e o teor de citronelal são consideradas as mais importantes, para estimar a produção e a qualidade do óleo. No entanto, a avaliação destas características são de alto custo. Assim, a possibilidade de tais variáveis estarem relacionadas a outras de fácil

mensuração e de baixo custo, seria de grande interesse, pois poderia se estimar indiretamente tais parâmetros.

Um dos objetivos do presente trabalho foi o de tentar estabelecer uma proposta metodológica mais simples para avaliação dos plantios de *E. citriodora* destinados à produção de óleo essencial. Nesse sentido, foi realizado um estudo de correlação das variáveis mensuradas e a análise de regressão linear múltipla.

4.3.1 Estudo de correlação entre as variáveis mensuradas

Na tentativa de verificar o grau de relacionamento entre as variáveis medidas no ensaio, foi realizada a análise de correlação. Para uma melhor visualização deste relacionamento, do comportamento das famílias separadas por grupos de origem, e das procedências raças locais, os dados foram colocados no diagrama de dispersão pareada, dispostos num gráfico de dispersão matricial ("Scatter plot matrix"), Figura 13. Os valores obtidos dos coeficientes de correlação linear para as variáveis analisadas são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: Coeficientes de correlação linear (r) para as variáveis medidas.

VARIÁVEIS	Altura (m)	Diâmetro (cm)	R.D. (g)	R.N.D. (g)	Rend. (%)	Citronelal (%)
Altura (m)	-	0,8931**	0,4367**	0,4769**	-0,1057 ^{n.s.}	0,4807**
Diâmetro (cm)		-	0,5395**	0,5105**	-0,0949 ^{n.s.}	0,3944**
R.D. (g)			-	0,3997**	-0,1897 ^{n.s.}	0,2822 ^{n.s.}
R.N.D. (g)				-	-0,0180 ^{n.s.}	0,1123 ^{n.s.}
Rend. (%)					-	0,1362 ^{n.s.}
Citronelal (%)						-

**^{n.s.}: significativo ao nível de 1 % de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Analisando a Figura 13 conjuntamente com a Tabela 15, verifica-se que as variáveis altura e diâmetro estão altamente correlacionadas, mantendo um bom

ajustamento dos dados à regressão. Confirmando, assim, os resultados obtidos em diversos trabalhos que indicam a existência de correlação entre as variáveis altura e diâmetro em eucalipto.

A variável altura apresenta também correlação significativa, ao nível de 1% de probabilidade, com as variáveis ramos destiláveis, não destiláveis e teor de citronelal. Apesar destas correlações serem significativas, os valores obtidos na Tabela 15 são inferiores a 0,50, e visualizando a Figura 13, observa-se que não ocorre um bom ajustamento dos dados à regressão.

Considerando a variável diâmetro em função das demais, a Tabela 15 mostra que existe correlação significativa com as variáveis ramos destiláveis, não destiláveis e teor de citronelal, mas os coeficientes de correlação são baixos, e os dados, também não se encontram bem ajustados à regressão.

A variável ramos destiláveis apresentou coeficiente de correlação significativo com a variável ramos não destiláveis, porém com um valor baixo, e como mostra na Figura 13, não ocorrendo também um bom ajustamento dos dados à regressão. O rendimento em óleo essencial não apresentou correlação com as demais variáveis medidas, e o teor de citronelal não se mostrou correlacionado com as variáveis ramos destiláveis, não destiláveis e rendimento em óleo essencial.

De maneira geral, os resultados obtidos no estudo de correlação mostraram que apesar de algumas variáveis apresentarem coeficiente de correlação significativos ao nível de 1 % de probabilidade, estes foram baixos, não tendo um bom ajustamento dos dados à regressão. Apenas as variáveis altura e diâmetro tiveram coeficientes de correlação significativos com um bom ajustamento dos dados à regressão.

Analisando o diagrama de dispersão pareado das variáveis avaliadas (Figura 13), pode-se observar um comportamento diferenciado entre os grupos de famílias da procedência norte australiana, quando comparado com o grupo de famílias da procedências sul e raças locais. A maioria das variáveis avaliadas apresentam valores mais elevados para o grupo com origem norte. O grupo de famílias com origem no sul da Austrália e o de raças locais apresentaram comportamentos semelhantes.

4.3.2. Análise de regressão linear múltipla

A análise de regressão linear múltipla foi realizada tendo como variáveis independentes a altura, o diâmetro, os ramos destiláveis e os ramos não destiláveis.

Inicialmente, foi feita a análise de regressão para a variável dependente rendimento em função das demais, onde não foi encontrado nenhum modelo significativo ao nível de 15 %. Desse modo, nenhuma das características avaliadas explicariam os resultados obtidos para rendimento em óleo essencial.

Analisando como variável dependente o teor de citrônella, através do procedimento "Stepwise", encontrou-se o seguinte modelo:

$$\text{Teor de citrônella} = 73,14 + 2,78 \cdot \text{Altura} + 2,01 \cdot \text{Rendimento em óleo essencial}$$

e cujo quadro da análise de variância (Tabela 16) revela que tal modelo foi significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

Tabela 16: Análise de variância, com aplicação do teste F, para o modelo de regressão linear múltipla.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	2	88,90	44,45	8,47**
Resíduo	45	244,80	5,44	
Total	47	333,70		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

Para verificar se os dados observados estariam ajustados ao modelo proposto, utilizou-se dos coeficientes de determinação (R^2) parcial e acumulada (Tabela 17). O resultado mostrou que os dados não estavam ajustados ao modelo proposto e, portanto, este não representava adequadamente os resultados obtidos para teor de citrônella.

Figura 13: Diagrama de dispersão pareado para as variáveis altura, diâmetro, ramos destiláveis, ramos não destiláveis, rendimento em óleo e teor de citronelal, distribuídas por grupos de origem norte, sul e raças locais (RL).

Tabela- 17: Coeficientes de determinação (R^2) do modelo de regressão linear múltipla para teor de citrônella.

Variável testada	R^2 parcial	R^2 acumulado
Altura	0,2310	0,2310
Rendimento em óleo	0,0354	0,2664

Os resultados, obtidos junto ao estudo de correlação e a análise de regressão linear múltipla mostram que as variáveis de rendimento e teor de citrônella não estão relacionados à altura, diâmetro, ramos destiláveis e não destiláveis e, portanto, não podem ser estimados pelas mesmas. Assim, o método mais adequado para verificar a produção e qualidade do óleo continua sendo através das avaliações diretas de rendimento e teor de citrônella.

4.4 Agrupamento de famílias e procedências com maior grau de similaridade

Através das análises de variâncias, testes de comparação de médias e do diagrama de dispersão pareado, observou-se que as famílias apresentam um comportamento diferenciado em função da sua origem, e que o grupo de procedências com origem no sul da Austrália e raças locais, tem comportamentos semelhantes. Assim, para verificar ocorrência de agrupamentos dessas procedências foi realizada a análise de componentes principais e de agrupamento pelo método de Ward.

4.4.1. Análise por componentes principais

Os resultados obtidos nesta análise mostraram que a componente principal 1 explica 48,37% da variação total, e que juntamente com a componente principal 2 explicam 67,22% (Tabela 18). Segundo Cruz (1990), quanto maior a variação contida nos primeiros componentes principais, menor será o número de variáveis que explicarão o comportamento dos indivíduos amostrados.

Tabela 18: Coeficientes de ponderação das componentes principais e porcentagem de variação acumulada.

Variável	$\hat{e}_1$	$\hat{e}_2$	$\hat{e}_3$	$\hat{e}_4$	$\hat{e}_5$	$\hat{e}_6$
Altura	0,5302	0,0629	-0,0862	-0,4277	0,2081	0,6937
Diâmetro	0,5397	0,0023	0,0148	-0,2787	0,3809	-0,6969
R. Destiláveis	0,4113	-0,2228	-0,0311	0,8304	0,2704	0,1328
R. N. Destiláveis	0,3840	-0,1165	0,6933	0,0019	-0,5983	-0,0161
Rendimento	-0,0778	0,8195	0,4453	0,1673	0,3056	0,0519
Citronelal	0,3239	0,5111	-0,5589	0,1480	-0,5358	-0,1113
Var. Acum. (%)	48,37	67,22	81,08	91,19	98,49	100

Considerando que as componentes principais 1 e 2 (Apêndice 10) explicam 67,22 % da variação total dos dados, foi feito o gráfico de dispersão para tais componentes, Figura 14. O gráfico mostra que existe uma tendência à formação de um agrupamento das famílias em relação às procedências e/ou origens. As famílias com origem no norte da Austrália tendem a formar um grupo separado daquelas de origem sul australianas e procedências raças locais. Enquanto que as procedências com origem no sul da Austrália e procedências raças locais parecem estar mais agrupadas.

A análise de componentes principais possibilita também a aplicação de métodos que determinam quais variáveis apresentam maior influência na composição das componentes principais, neste caso a primeira e segunda. Para tanto, utilizou-se o método de Jolliffe que mostrou as variáveis altura e rendimento, como as de maior influência na composição das componentes principais e nos agrupamentos de famílias e procedências. Ou seja, neste caso específico, as variáveis altura e rendimento em óleo essencial mostram mais claramente as diferenças de produção em função da origem.

Figura 14: Gráfico de dispersão da primeira e segunda componente principal por grupos de origem norte, sul e raça local.

4.4.2 Análise de agrupamento pelo método de Ward

Com o objetivo de confirmar se as variáveis, altura e rendimento de óleo, explicam o comportamento das famílias e procedências avaliadas, de modo semelhante a análise de componentes principais, foi feita a análise de agrupamento pelo método de Ward, calculando-se a distância de ligação pelo método “city-block (Manhattan)”.

O resultado da análise de agrupamento (Figura 15) mostra que, apesar de haver algumas sobreposições entre as famílias, tem-se um agrupamento daquelas com origem norte separado daquelas da região sul. As raças locais tendem a estarem mais concentradas junto ao grupo de famílias com origem na região sul da Austrália,

ocorrendo também algumas raças locais agrupadas às famílias do grupo norte, como é o caso da 9 e 10 que têm origem desconhecida.

Portanto, a análise de agrupamento pelo método de Ward, utilizando as variáveis altura e rendimento em óleo essencial, confirma os resultados apontados pelo gráfico de dispersão das componentes principais 1 e 2, e indicam que as procedências com origem no norte e sul da Austrália, têm comportamentos distintos, na idade avaliada.

Figura 15: Dendrograma para os dados de altura e rendimento em óleo essencial.

O grupo de procedências norte australianas tem maior destaque com relação às características de crescimento em altura e diâmetro, apresenta alta taxa de sobrevivência com produção e qualidade de óleo superiores ao grupo de procedências sul australianas e raças locais.

Foi observado também que o grupo de procedências de origem no sul da Austrália e de raças locais, com origem desconhecida, apresenta resultados semelhantes para praticamente todas as variáveis analisadas. Os resultados apresentados nas Figuras 14 e 15, mostram que tais procedências estão agrupadas,

indicando que provavelmente as procedências raças locais testadas podem ter sido originadas de plantios formados com sementes de origem sul australiana.

Existem alguns relatos de que a origem geográfica das sementes de *E. citriodora* cultivados no Brasil é desconhecida; outros citam a possibilidade de tais sementes terem origem sul australiana (Golfari et al., 1978; Jacobs citado por Ferreira, 1993), mas não foi encontrado nenhum trabalho que apresente informações de registros das introduções de tais sementes.

Há, também, algumas citações de que a espécie *E. citriodora* está adaptada a diferentes regiões brasileiras e que procedências oriundas do norte do Estado de Queensland, Austrália, deveriam ser mais estudadas, as quais são mais adaptadas a áreas com deficiência hídrica (Golfari et al., 1974; Golfari et al., 1975; Golfari et al., 1978; Ferreira et al., 1993).

Apesar do grupo de procedências norte australiano ter sido considerado superior aos demais, devem ser realizadas outras avaliações de sobrevivência, crescimento, produção de biomassa, rendimento em óleo essencial e teor de citronelal em idades mais avançadas, pois já foi observada, em outros trabalhos, a existência de comportamentos diferenciados em função da idade para procedências com origem no

norte e sul da Austrália (Assis et al., 1983; Ferreira et al., 1993).

Outro aspecto a ser estudado é com relação a madeira do *E. citriodora*, a qual é considerada de boa qualidade, podendo ser utilizada para diversos fins. Assim, a avaliação do volume de madeira e da forma das árvores seria de grande interesse, bem como o estudo de um tipo de manejo que permita a coleta das folhas e que não prejudique a produção de madeira.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram chegar às seguintes conclusões:

Nas avaliações de crescimento, observou-se que o grupo de procedências de origem norte australiana apresentou alta taxa de sobrevivência com maior crescimento em altura e diâmetro.

Com relação a produção de biomassa, o grupo de procedências de origem norte australiana apresentou maiores médias de produção de ramos destiláveis e não destiláveis, enquanto que os outros grupos de procedências foram semelhantes entre si.

Considerando o rendimento em óleo essencial, os grupos de procedências norte e sul australianas apresentaram médias semelhantes, no entanto, o primeiro grupo apresentou maior variação, tornando-o mais indicado para a realização de trabalhos de melhoramento genético visando a seleção de materiais superiores quanto a esta característica.

O grupo de procedências norte australianas apresentou também maior média de teor de citronelal, indicando um óleo de qualidade superior.

O resultado obtido do estudo de desenvolvimento de uma proposta metodológica mais simples para avaliação de plantios destinados à produção de óleo, mostrou que o método mais indicado para verificar a produtividade e a qualidade do óleo continua sendo através de avaliações de rendimento e teor de citronelal.

A análise de agrupamento mostra que as famílias de procedências com origem sul australiana e as raças locais tendem a formar um grupo separado daquelas de origem norte australiana, indicando que, provavelmente, as raças locais testadas podem ter sido originadas de sementes do sul da Austrália.

6. RECOMENDAÇÕES

1. Através dos resultados obtidos neste trabalho, sugere-se que sejam realizadas novas avaliações neste experimento, objetivando-se verificar o comportamento de tais procedências em idades mais avançadas;
2. Nas próximas avaliações do experimento seria de grande importância a realização de avaliações de volume e forma do fuste, visando obter informações com respeito à produção de madeira;
3. Avaliações de fenotípicas das procedências poderiam ser realizadas no sentido de se tentar estabelecer relações entre as características da planta e a produção de óleo essencial. Foi observado em algumas procedências de origem norte da Austrália a ocorrência de pêlos aos 12 meses de idade, este fato poderia ser observado em outros trabalhos tentando estabelecer uma correlação com a produção de óleo;
4. As procedências de *E. citriodora* com origem no norte da Austrália devem ser estudadas com maior intensidade no sentido de selecionar material superior para produção e qualidade de óleo essencial;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMMON, D.G.; BARTON, A.F.M.; CLARKE, D.A.. et al. Rapid and accurate determination of terpenes in the leaves of *Eucalyptus* species **Analyst**, n.110, p.921-924, 1985
- ANDRADE, M.S. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L. Heritier nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais. Lavras, 1991. 105 p. Dissertação (M.S.) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- ARAÚJO, H.B. Avaliação de espécies e procedências de eucalipto na região de Umbuzeiro PB. Viçosa, 1993. 75 p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- ASSIS, T.F.; BRUNE, A.; EUCLYDES, R.F. Ensaio de procedências de *Eucalyptus citriodora* HOOK. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.162-164, 1983.
- BARTON, A. F.M.; COTTERILL, P.P.; BROOKER, M.I.H. Heritability of cineole yield in *Eucalyptus kochii*. **Silvae Genetica**, v.40, n.1, p.37-38, 1991.
- BOARETTO, M.A.C.; FORTI, L.C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras **Série Técnica IPEF**, v.11, n.30, p.31-46, 1997.
- BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J. AND HOUSE, A. P.N. **Eucalyptus leaf oils – use, chemistry, distillation and marketing**. Melbourne: INKATA; ACIAR; CSIRO, 1991. 247p.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M. H.; CHIPPENDALE, G.M. et al. **Forest Trees of Australia** 4. Ed. Melbourne:CSIRO 1994. 703 p.

BRAGA, N. C. **Os óleos essenciais do Brasil: Estudo Econômico**. Rio de Janeiro: Instituto de Óleos. 1971. 158p.

BRASIL exporta óleo essencial de eucalipto. **Silvicultura**, n. 61, p. 34, mar./abr. 1985

BROOKER, M.I.H.; BARTON, A. F.M.; ROCKEL, B.A. et al. The cineole content and taxonomy of *Eucalyptus kochii* Maiden & Blakely and *E. plenissima* (Gardner) Brooker, with an appendix establishing these two taxa as subspecies **Australian Journal of Botany**, n.36, p.119–129, 1988

COPPEN, J.J.W.; HONE, G.A. **Eucalyptus oils: a review of production and markets**. Chatham: Natural Resources Institute, 1992 45p. (NRI Bulletin, 56)

CORRENTE, J.E. Um sistema computacional para análise de agrupamentos. 1991. 98 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba, 1990. 188p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DONALÍSIO, M.G.R. Pesquisas sobre plantas aromáticas no Instituto Agronômico de Campinas. In: SIMPÓSIO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo:Fundação Cargill, 1986. p.11-14 .

DORAN, J.C.; BROPHY, J.J. Tropical red gums – a source of 1,8-cineole-rich *Eucalyptus* oil **New Forest**, n.4, p.157-178, 1990.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, v.45, p.22 – 30, 1992

FERREIRA, M.; SANTOS, P.E.T. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil breve histórico e perspectivas. *In*: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997 **Anais**. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1997. v. 1 p. 14-34.

FERREIRA, M.; SIMÕES, J.W.; SCANAVACA Jr, L.; et al. Variações entre procedências, raças locais e progênies de *E. citriodora* Hook e suas implicações no melhoramento genético. **Série Científica IPEF**, v.1, n.1, p.1-19, 1993

FRANICH, R.A. Essential oil composition of juvenile leaves from coppiced *Eucalyptus nitens* **Phytochemistry**, v.25, n.1, p.245-246 1986.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular Técnica IPEF**, n. 171, p. 1-11, 1989.

GOLFARI, L. **Esquema de zoneamento ecológico florestal para o Brasil** Rio de Janeiro: IBDF, 1974.

GOLFARI, L.;CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Brasília: PRODEPEF/ PNUD/ FAO/ IBDF/ BRA-45. 1978. 66p (Série Técnica, 11).

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1982 427p.

GURGEL, J.T.A.; CAVALCANTI, G.R.A. Eucalyptus seed production by FEPASA, State of São Paulo, Brazil. **Silvicultura São Paulo**, v. 32, p. 788-791, 1983.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. 642 p.

- JOLLIFFE, I. T. Discarting variables in a principal component analysis I.: Artificial data. **Applied Statistics**, v. 21, n. 1, p. 160-173, 1972
- JOLLIFFE, I. T. Discarting variables in a principal component analysis II.: Real data. **Applied Statistics**, v. 22, n. 1, p. 21-31, 1973
- LASSAK, E.V. The Australian Eucalyptus oil industry, past and present. **Chemistry in Australia**, v. 55, p.396-398, 1988.
- LI, H.; MIADEN, J.L.; DAVIES, N.W. Variation in leaf oils of *Eucalyptus nitens* e *E. denticulata* **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 22, n.6, p.631-640, 1994.
- MWANGI, J.W., GUANTAI, A.N.; MURIUKI, G. *Eucalyptus citriodora* – Essential oil content and chemical varieties in Kenya **East African Agricultural Forestry Journal**, v.46, n. 4, p. 89-96, 1981.
- NASCIMENTO FILHO, M.B.; MAGALHÃES, J.G.R.; FERNANDES, J.C. et al. Influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças de *Eucalyptus*. **Silvicultura**, n.28, p.389-390, 1983.
- PENFOLD, A.R. AND WILLIS, J.L. **The eucalypts** - botany, cultivation, chemistry and utilization. London: Leonard Hill, 1961. 550p.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas **Série Técnica IPEF**, v.11, n.30, p.9-22, 1997.
- ROSADO, A.M.; PAULA, R.A.; PIRES, I.E. Influência da altura de corte no crescimento e na produção de biomassa e de óleo, em três rotações, em progênies de *Eucalyptus citriodora* In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997 **Anais**. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1997. v. 3, p. 258-61.
- SCHEFFÉ, H. **The analysis of variance** London: John Wiley, Inc. 1959 467p.

- SHIVA M.P.; JAIN, P.P. Seasonal effect on essential oil yield from *Eucalyptus* hybrid leaves **The Indian Forester**, v.113, n. 12, p. 798-800, 1987
- SILVEIRA, A.M. E BRITO, J.O. Levantamento sobre o mercado de óleos essenciais de eucalipto nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. In: III SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 3., Piracicaba, 1995. **Anais**. São Paulo: USP, 1995 v.1 p. 391.
- SILVEIRA, R.L.V.A. Crescimento e estado nutricional de *Eucalyptus citriodora* cultivado sob doses de boro e sua relação com a agressividade de *Botryosphaeria ribis*. Piracicaba, 1996. 100p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo.
- STAPE, J.L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus* **Série Técnica IPEF**, v.11, n.30, p.51-62, 1997.
- STATISTICA for windows (Computer program manual) Statistica, Inc. Tulsa, Oklahoma, USA. 1996
- WANG, H.; WANG, Z.; XIE, P. Genetic and environmental variations of eucalypt leaf oils In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997 **Anais**. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1997. v. 1, p. 213-215.
- XAVIER, A.; BORGES, R.C.G.; PIRES, I. E.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética de óleo essencial e de crescimento em progênies de meio irmãos de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Árvore**, v.17, n.2, p.224- 234, 1993.

APÊNDICE

- 01 Identificação das árvores onde foi realizada a coleta de sementes (procedência Anhembi) e as correspondentes progênies instaladas em Itatinga.
- 02 Porcentagem de sobrevivência e médias por família e raças locais.
- 03 Porcentagem de ocorrência de plantas bifurcadas e médias por família e raças locais.
- 04 Dados médios de altura (m) por bloco e médias por família e raças locais.
- 05 Dados médios de diâmetro (cm) por bloco e médias por famílias e raças locais.
- 06 Dados médios de ramos destiláveis (g) por bloco e médias por família e raças locais.
- 07 Dados médios de ramos não destiláveis (g) por bloco e médias por família e raças locais.
- 08 Dados médios de rendimento em óleo essencial (%) por bloco e médias por famílias e raças locais.
- 09 Dados médios de teor de citronelal por bloco e médias por famílias e raças locais.
- 10 Dados obtidos para as componentes principais 1 e 2.

APÊNDICE 01

Identificação das árvores onde foi realizada a coleta de sementes (procedência Anhembi) e as correspondentes progênies instaladas em Itatinga.

Procedências	ITATINGA Famílias	ANHEMBI*		
		Talhão	Trat. N° Lote na origem	Árvore de coleta
1	14	T20B	2(B) - 12012	3
	15	T20B	2(B) - 12012	2
	16	T20B	2(B) - 12012	1
	17	T20B	2(B) - 12012	7
	18	T20B	2(B) - 12012	6
	19	T20B	2(B) - 12012	5
	20	T20B	2(B) - 12012	4
	21	T20D	5 - 12012	2
	22	T20D	5 - 12012	1
2	36	T20B	3(C) - 11210	6
	37	T20B	3(C) - 11210	8
	38	T20B	3(C) - 11210	5
	63	T20B	3(C) - 11210	9
	64	T20B	3(C) - 11210	7
	65	T20B	3(C) - 11210	4
	66	T20B	3(C) - 11210	3
	67	T20B	3(C) - 11210	2
	68	T20B	3(C) - 11210	1
3	23	T20D	6 - 12379	4
	24	T20D	6 - 12379	1
	25	T20D	6 - 12379	2
	45	T20B	4(D) - 12379	10
	46	T20B	4(D) - 12379	9
	47	T20B	4(D) - 12379	8
	48	T20B	4(D) - 12379	7
	49	T20B	4(D) - 12379	6
	50	T20B	4(D) - 12379	5
	51	T20B	4(D) - 12379	4
	52	T20B	4(D) - 12379	3
	53	T20B	4(D) - 12379	2
	54	T20B	4(D) - 12379	1
4	69	T20B	5(D) - 12805	6
	70	T20B	5(D) - 12805	7
	71	T20B	5(D) - 12805	10
	72	T20B	5(D) - 12805	8
	73	T20B	5(D) - 12805	11
	74	T20B	5(D) - 12805	9
	75	T20B	5(D) - 12805	1
	76	T20B	5(D) - 12805	4
	77	T20B	5(D) - 12805	3
	78	T20B	5(D) - 12805	2
	79	T20B	5(D) - 12805	5
5	39	T20D	1 - 13463	6
	40	T20D	1 - 13463	5
	41	T20D	1 - 13463	4
	42	T20D	1 - 13463	3

continuação

Procedências	ITATINGA Famílias	ANHEMBI		
		Talhão	Trat. N° Lote na origem	Árvore de coleta
5	73	T20D	1 - 13463	2
	44	T20D	1 - 13463	1
6	26	T20D	2 - 13472	1
	27	T20D	2 - 13472	3
	28	T20D	2 - 13472	8
	29	T20D	2 - 13472	9
	30	T20D	2 - 13472	6
	32	T20D	2 - 13472	2
	33	T20D	2 - 13472	4
	34	T20D	2 - 13472	5
	35	T20D	2 - 13472	7
7	1	T20D	3 - 13628	8
	2	T20D	3 - 13628	7
	3	T20D	3 - 13628	6
	4	T20D	3 - 13628	5
	5	T20D	3 - 13628	4
	6	T20D	3 - 13628	3
	7	T20D	3 - 13628	2
	8	T20D	3 - 13628	1
8	9	T20D	4 - 12939	5
	10	T20D	4 - 12939	4
	11	T20D	4 - 12939	3
	12	T20D	4 - 12939	2
	13	T20D	4 - 12939	1

* Base de referência e de coleta de informações:

- Documento da E.E.C.F. Anhembi/IPEF - Programa de melhoramento de *Eucalyptus citriodora*:

- Projeto n° 10.142.002 - 80 T20B Teste de procedências de *E. citriodora*
- Projeto n° 10.142.004 - 108 T20B Teste de procedências de *E. citriodora*

APÊNDICE 02

Porcentagem de sobrevivência e médias por família e raças locais

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	100,00	93,33	100,00	97,78
	15	73,33	100,00	100,00	91,11
	17	100,00	100,00	93,33	97,78
	18	93,33	100,00	100,00	97,78
	22	93,33	100,00	86,67	93,33
2	66	80,00	100,00	100,00	93,33
	64	80,00	100,00	86,67	88,89
	37	100,00	93,33	93,33	95,55
	63	93,33	100,00	86,67	93,33
	68	93,33	100,00	93,33	95,55
3	24	100,00	100,00	100,00	100,00
	48	93,33	86,67	100,00	93,33
	52	100,00	100,00	100,00	100,00
	54	100,00	100,00	93,33	97,78
	23	93,33	93,33	100,00	95,55
4	70	86,67	100,00	86,67	91,11
	79	93,33	100,00	100,00	97,78
	73	100,00	100,00	100,00	100,00
	69	86,67	100,00	86,67	91,11
	71	100,00	93,33	93,33	95,55
5	39	100,00	93,33	100,00	97,78
	43	100,00	93,33	100,00	97,78
	42	93,33	80,00	93,33	88,89
	44	100,00	100,00	100,00	100,00
	40	93,33	93,33	93,33	93,33
6	27	93,33	46,67	86,67	75,56
	29	100,00	86,67	93,33	93,33
	33	100,00	100,00	93,33	97,78
	30	100,00	93,33	100,00	97,78
	35	93,33	80,00	100,00	91,11
7	3	100,00	93,33	100,00	97,78
	5	100,00	100,00	100,00	100,00
	8	80,00	93,33	93,33	88,89
	1	100,00	93,33	93,33	95,55
	2	100,00	100,00	100,00	100,00
8	9	93,33	100,00	100,00	97,78
	10	80,00	86,67	100,00	88,89
	11	93,33	86,67	86,67	88,89
	12	100,00	93,33	100,00	97,78
	13	86,67	100,00	93,33	93,33
9	55 *	100,00	93,33	100,00	97,78
10	56*	100,00	86,67	100,00	95,56
11	57*	100,00	93,33	100,00	97,78
12	58*	93,33	100,00	100,00	97,78
13	60*	93,33	93,33	93,33	93,33
14	61*	93,33	86,67	93,33	91,11
15	62*	93,33	100,00	93,33	95,55
16	59*	86,67	66,67	86,67	80,00

*Número de identificação de campo da raças locais

APÊNDICE 03

Porcentagem de ocorrência de plantas bifurcadas e médias por família e raças locais

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	13,33	20,00	0,00	11,11
	15	13,33	13,33	20,00	15,55
	17	33,33	20,00	13,33	22,22
	18	13,33	20,00	20,00	17,78
	22	20,00	0,00	6,67	8,89
2	66	13,33	13,33	13,33	13,33
	64	46,67	26,67	6,67	26,67
	37	33,33	40,00	33,33	35,55
	63	13,33	26,67	26,67	22,22
	68	6,67	13,33	33,33	17,78
3	24	26,67	20,00	13,33	20,00
	48	13,33	0,00	13,33	8,89
	52	20,00	13,33	13,33	15,55
	54	13,33	26,67	6,67	15,56
	23	20,00	33,33	20,00	24,44
4	70	20,00	0,00	6,67	8,89
	79	20,00	6,67	13,33	13,33
	73	53,33	40,00	20,00	37,78
	69	33,33	13,33	26,67	24,44
	71	0,00	13,33	13,33	8,89
5	39	13,33	26,67	40,00	26,67
	43	0,00	6,67	0,00	2,22
	42	40,00	46,67	53,33	46,67
	44	6,67	13,33	6,67	8,89
	40	20,00	6,67	0,00	8,89
6	27	40,00	13,33	6,67	20,00
	29	13,33	13,33	6,67	11,11
	33	0,00	6,67	26,67	11,11
	30	26,67	20,00	13,33	20,00
	35	13,33	0,00	6,67	6,67
7	3	13,33	26,67	13,33	17,78
	5	13,33	40,00	20,00	24,44
	8	0,00	26,67	13,33	13,33
	1	20,00	33,33	20,00	24,44
	2	6,67	13,33	20,00	13,33
8	9	26,67	13,33	20,00	20,00
	10	20,00	26,67	13,33	20,00
	11	6,67	20,00	6,67	11,11
	12	46,67	13,33	26,67	28,89
	13	6,67	13,33	13,33	18,22
9	55*	33,33	6,67	20,00	20,00
10	56*	26,67	13,33	13,33	17,78
11	57*	13,33	6,67	13,33	11,11
12	58*	6,67	13,33	20,00	13,33
13	60*	6,67	20,00	13,33	13,33
14	61*	6,67	6,67	13,33	8,89
15	62*	6,67	26,67	20,00	17,78
16	59*	20,00	6,67	13,33	13,33

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 04

Dados médios de altura (m) por bloco e médias por famílias e raças locais

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	3,02	3,09	2,67	2,93
	15	2,28	2,74	2,63	2,55
	17	3,02	2,90	2,72	2,88
	18	2,89	3,58	3,19	3,22
	22	2,81	2,77	2,12	2,57
2	66	3,27	3,04	3,21	3,17
	64	2,53	2,45	2,31	2,43
	37	2,94	2,89	2,57	2,80
	63	2,33	2,59	2,56	2,49
	68	2,62	3,04	2,59	2,75
3	24	4,41	3,54	3,99	3,98
	48	3,36	2,90	3,29	3,18
	52	3,61	3,24	3,69	3,51
	54	4,04	3,55	3,29	3,63
	23	3,62	3,58	3,80	3,67
4	70	2,50	2,21	2,45	2,39
	79	2,97	2,47	2,47	2,64
	73	3,21	2,86	2,45	2,84
	69	3,03	2,61	2,32	2,65
	71	3,20	2,91	2,92	3,01
5	39	3,94	4,13	3,63	3,90
	43	3,79	4,37	3,60	3,92
	42	3,89	4,10	3,59	3,86
	44	3,77	3,72	2,66	3,38
	40	3,55	4,17	2,99	3,57
6	27	3,25	2,56	2,39	2,73
	29	4,13	3,15	3,64	3,64
	33	4,21	3,39	3,55	3,72
	30	3,88	3,41	3,73	3,67
	35	3,96	3,73	3,86	3,85
7	3	3,91	3,05	3,40	3,45
	5	4,03	3,09	3,60	3,57
	8	3,88	2,51	3,08	3,16
	1	3,67	3,54	3,49	3,57
	2	4,00	3,57	3,49	3,69
8	9	3,44	2,91	3,33	3,23
	10	3,58	2,10	2,73	2,80
	11	3,44	2,51	2,63	2,86
	12	4,35	4,02	3,97	4,11
	13	4,28	3,15	3,24	3,56
9	55*	3,34	3,15	3,24	3,24
10	56*	3,26	2,94	3,07	3,09
11	57*	2,81	2,86	2,76	2,81
12	58*	3,22	2,92	2,57	2,90
13	60*	2,51	2,13	2,67	2,44
14	61*	3,11	3,12	2,42	2,88
15	62*	2,84	2,54	3,35	2,91
16	59*	3,94	3,06	3,20	3,40

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 05

Dados médios de diâmetro (cm) por bloco e médias por famílias e raças locais

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	2,77	2,80	2,43	2,67
	15	2,25	2,30	2,20	2,25
	17	2,58	2,58	2,39	2,52
	18	2,61	3,15	2,62	2,79
	22	2,52	2,27	1,69	2,16
2	66	3,25	2,53	3,08	2,95
	64	2,67	2,27	2,51	2,48
	37	2,77	2,74	2,34	2,62
	63	2,09	2,27	2,49	2,28
	68	2,50	2,46	2,36	2,44
3	24	3,33	3,30	3,65	3,43
	48	2,61	2,29	2,75	2,55
	52	2,78	2,52	2,68	2,66
	54	3,17	3,04	2,77	2,99
	23	3,00	3,33	3,12	3,15
4	70	2,23	1,87	2,13	2,08
	79	2,51	2,25	2,12	2,29
	73	2,98	2,75	2,13	2,62
	69	2,98	2,57	2,08	2,54
	71	2,67	2,82	2,87	2,79
5	39	3,11	3,36	3,06	3,18
	43	2,84	3,61	3,03	3,16
	42	3,28	3,39	3,22	3,30
	44	2,85	3,13	1,93	2,64
	40	3,04	3,36	2,46	2,95
6	27	2,94	2,14	1,95	2,34
	29	3,30	2,44	3,07	2,94
	33	3,32	2,70	3,00	3,01
	30	3,30	3,30	3,47	3,36
	35	3,30	3,42	3,47	3,40
7	3	3,49	2,28	2,68	2,82
	5	3,25	2,31	2,69	2,75
	8	3,06	1,69	2,48	2,41
	1	3,20	2,98	3,02	3,07
	2	3,40	2,76	2,78	2,98
8	9	2,72	2,20	2,65	2,52
	10	3,18	1,68	2,33	2,40
	11	2,79	2,07	2,00	2,29
	12	4,10	3,17	3,68	3,65
	13	3,54	2,23	2,50	2,76
9	55*	2,90	2,70	3,10	2,90
10	56*	2,63	3,12	2,70	2,82
11	57*	2,40	2,50	2,27	2,39
12	58*	2,40	2,50	2,16	2,35
13	60*	2,54	1,90	2,40	2,28
14	61*	2,55	2,78	2,80	2,71
15	62*	2,10	2,05	2,48	2,21
16	59*	3,26	2,20	2,60	2,69

* Numero de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 06

Dados médios de ramos destiláveis (g) por bloco e médias por famílias e raças locais.

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	1569	2384	1769	1907
	15	1494	1590	2133	1739
	17	1756	2614	196	1522
	18	583	1202	829	871
	22	1753	1007	1286	1349
2	66	2573	1109	1060	1581
	64	2999	1013	1947	1986
	37	783	2106	1127	1339
	63	573	1333	2094	1333
	68	1356	1990	1174	1507
3	24	1348	320	3982	1883
	48	1106	1645	1102	1284
	52	502	1924	1014	1147
	54	1519	1690	483	1231
	23	2733	809	2317	1953
4	70	3398	838	594	1610
	79	2228	343	1426	1332
	73	2401	1442	874	1572
	69	2541	1732	1361	1878
	71	1128	3116	1752	1999
5	39	2339	2883	2147	2456
	43	1774	2889	2056	2240
	42	2654	1093	2381	2043
	44	1833	2666	1166	1888
	40	1681	1093	933	1236
6	27	1564	1739	1273	1525
	29	2127	680	2037	1615
	33	3581	1585	2884	2683
	30	2070	3800	1634	2501
	35	2882	3332	3569	3261
7	3	2168	1343	904	1472
	5	1669	442	1024	1045
	8	1594	1001	1246	1280
	1	2923	1602	4154	2893
	2	1906	2695	1830	2144
8	9	592	1526	938	1019
	10	2897	710	1986	1865
	11	3176	1818	844	1946
	12	2942	1083	1900	1975
	13	2894	807	2096	1932
9	55*	1791	1728	2057	1858
10	56*	1551	1605	1449	1535
11	57*	1656	1943	1759	1786
12	58*	2057	1646	1050	1584
13	60*	726	677	1480	961
14	61*	1519	1156	1544	1406
15	62*	920	1325	1624	1290
16	59*	2792	1529	1820	2047

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 07

Dados médios de ramos não destiláveis (g) por bloco e médias por família e raças locais

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	100	370	230	233
	15	350	50	275	225
	17	200	830	65	365
	18	150	290	130	190
	22	350	120	165	212
2	66	300	167	-	233
	64	450	195	333	326
	37	50	437	-	243
	63	200	484	333	339
	68	300	213	300	271
3	24	183	490	1180	618
	48	183	50	580	271
	52	57	350	383	263
	54	233	250	143	209
	23	583	350	335	423
4	70	477	413	80	323
	79	192	205	235	211
	73	290	210	158	219
	69	180	1090	85	452
	71	160	373	364	299
5	39	-	377	523	450
	43	607	556	413	525
	42	535	440	540	505
	44	230	310	153	231
	40	535	420	267	407
6	27	277	250	176	234
	29	377	50	105	177
	33	676	400	317	464
	30	340	200	165	235
	35	636	300	117	351
7	3	1650	211	560	807
	5	383	147	295	275
	8	200	260	390	283
	1	800	434	780	671
	2	333	342	420	365
8	9	523	235	347	368
	10	450	67	483	333
	11	297	205	153	218
	12	817	370	663	617
	13	77	73	597	249
9	55*	200	265	565	320
10	56*	360	317	350	342
11	57*	584	241	290	372
12	58*	372	257	162	264
13	60*	710	107	254	252
14	61*	0	185	168	176
15	62*	160	330	184	194
16	59*	355	335	262	295

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 08

Dados médios de rendimento em óleo essencial (%) por bloco e médias por famílias e raças locais.

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	1,15	1,53	1,03	1,24
	15	1,23	2,08	1,28	1,53
	17	1,18	1,96	1,67	1,60
	18	1,11	1,18	1,16	1,15
	22	2,05	1,59	2,20	1,95
2	66	1,78	1,91	2,12	1,94
	64	1,77	2,52	1,83	2,04
	37	1,69	1,76	2,22	1,89
	63	1,99	1,58	1,52	1,70
	68	1,28	1,17	1,76	1,40
3	24	1,57	2,08	2,18	1,94
	48	2,56	1,66	2,26	2,16
	52	1,49	2,02	2,01	1,84
	54	1,99	2,06	1,65	1,90
	23	2,07	1,82	2,60	2,16
4	70	1,49	1,29	1,64	1,47
	79	2,00	1,54	1,36	1,63
	73	1,24	2,37	1,22	1,61
	69	1,69	1,23	1,64	1,52
	71	1,18	1,49	1,61	1,43
5	39	1,76	1,18	1,39	1,44
	43	1,63	1,14	1,51	1,43
	42	1,48	1,69	1,81	1,66
	44	1,91	1,43	1,39	1,58
	40	1,48	1,79	1,75	1,67
6	27	2,7	1,76	1,53	2,00
	29	1,84	1,43	1,78	1,68
	33	1,19	1,09	1,61	1,30
	30	0,87	1,23	1,25	1,12
	35	1,28	1,38	1,54	1,40
7	3	1,26	1,38	1,79	1,48
	5	1,78	1,89	1,03	1,57
	8	1,83	1,56	1,32	1,57
	1	1,44	1,99	2,02	1,82
	2	1,49	1,30	1,06	1,28
8	9	1,01	1,33	2,10	1,48
	10	1,85	1,83	1,51	1,73
	11	1,76	1,59	1,98	1,78
	12	1,72	1,41	1,41	1,51
	13	1,65	1,52	1,93	1,70
9	55*	1,50	1,30	1,11	1,30
10	56*	1,38	1,86	1,58	1,60
11	57*	1,35	1,52	1,53	1,47
12	58*	1,29	1,46	1,43	1,39
13	60*	1,83	1,58	1,41	1,61
14	62*	1,65	1,58	1,95	1,73
15	62*	1,36	1,20	1,27	1,28
16	59*	1,62	1,68	1,77	1,69

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 09

Dados médios de teor de citronelal (%) por bloco e médias por famílias e raças locais.

Procedências	Famílias	Blocos			Médias
		I	II	III	
1	20	84,43	87,65	84,20	85,43
	15	85,62	84,11	81,83	83,85
	17	87,64	86,03	85,95	86,54
	18	86,19	87,87	83,02	85,69
	22	87,72	85,49	87,86	87,02
2	66	84,79	86,75	86,13	85,89
	64	84,48	84,98	81,67	83,71
	37	87,03	84,97	82,23	84,74
	63	86,73	87,45	73,53	82,57
	68	86,60	85,48	88,94	87,01
3	24	85,88	77,88	85,88	83,21
	48	87,73	87,73	91,82	89,09
	52	84,49	94,37	85,39	88,08
	54	85,55	90,57	90,15	88,76
	23	85,43	89,72	85,44	86,86
4	70	88,52	83,58	83,58	85,23
	79	89,44	74,86		82,15
	73	84,80	79,67	87,96	84,14
	69	85,66	84,67	86,37	85,57
	71	85,98	84,36	82,69	84,34
5	39	87,34	90,86	90,79	89,66
	43	84,79	79,63	84,79	83,07
	42	84,75	83,79	88,65	85,73
	44	89,38	88,99	84,12	87,50
	40	86,56	85,82	90,07	87,48
6	27	85,24	85,31	86,55	85,70
	29	90,24	82,59	85,73	86,19
	33	89,63	89,93	87,28	88,95
	30	83,40	93,76	87,01	88,06
	35	84,99	87,36	86,75	86,36
7	3	84,80	85,55	84,42	84,92
	5	91,57	91,75	83,62	88,98
	8	80,46	84,65	85,29	83,47
	1	86,88	87,56		87,22
	2	85,22	80,41	85,85	83,83
8	9	81,42	85,59	84,18	83,73
	10	85,30	83,53	83,05	83,96
	11	84,33	86,97	79,51	83,60
	12	90,23	81,41	88,64	86,76
	13	88,34	86,62	83,60	86,19
9	55*	85,27	78,39	85,58	83,08
10	56*	81,52	85,39	85,26	84,06
11	57*	83,26	86,68	83,27	84,40
12	58*	78,65	82,92	85,39	82,32
13	60*	84,85	79,29	60,69	74,94
14	61*	82,14	81,66	85,22	83,11
15	62*	72,04	83,08	84,98	80,04
16	59*	88,51	89,79	89,14	89,14

* Número de identificação de campo das raças locais.

APÊNDICE 10

Dados obtidos para as componentes principais 1 e 2.

Procedências	Famílias	CPRIN1**	CPRIN2***
1	20	-0,34132	-1,21751
	15	-1,80977	-0,54344
	17	-0,54174	0,22556
	18	-0,76488	-0,92236
	22	-2,02103	1,62464
2	66	-0,10363	1,33703
	64	-1,30167	0,88589
	37	-1,28487	1,00262
	63	-2,06085	-0,15521
	68	-0,95475	-0,26939
3	24	2,47566	0,47261
	48	-0,48842	2,76961
	52	-0,13029	1,63287
	54	0,46760	1,99448
	23	1,62190	1,98194
4	70	-1,87997	-0,52146
	79	2,26598	-0,33655
	73	-1,10052	-0,10626
	69	-0,32429	-0,48471
	71	-0,01221	-0,89140
5	39	2,97431	-0,05119
	43	2,19889	-1,31174
	42	2,36780	0,04806
	44	0,23777	0,35939
	40	0,81295	0,82048
6	27	-1,55415	1,45947
	29	0,39137	0,63857
	33	2,71420	-0,78295
	30	2,32483	-1,27181
	35	3,23860	-1,09756
7	3	1,54593	-0,75036
	5	0,21387	0,97700
	8	-1,18244	-0,24779
	1	3,01132	0,29645
	2	1,30085	-1,50956
8	9	-0,86714	-0,43668
	10	-0,96206	0,01738
	11	-1,36558	0,17938
	12	3,57470	-0,27334
	13	0,49949	0,48962
9	55*	0,22441	-1,48915
10	56*	-0,23196	-0,20724
11	57*	-0,78839	-0,74385
12	58*	-1,44142	-1,21118
13	60*	-3,56504	-1,67937
14	61*	-1,34577	0,20463
15	62*	-2,31264	-1,81674
16	59*	0,80632	0,91113

* Número de identificação de campo das raças locais.