

**CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E VARIAÇÃO DA
DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA EM 12 ESPÉCIES DE
Eucalyptus EM 3 REGIÕES DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

JOSÉ CLÁUDIO ALBINO

Engenheiro Florestal
EMBRAPA / CPAC

Orientador: Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro, 1983

def. 1984

À minha esposa,
Nadir

Aos meus filhos,
Cláudia e Guilherme

Aos meus pais,
José Albino e Constança

Ao meu avô,
Antônio (Nico)

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa sinceros agradecimentos:

- Ao Prof. Mário Tomazello Filho, pela valiosa orientação, amizade e conhecimentos transmitidos;

- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em especial ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), pela oportunidade de treinamento;

- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), em especial ao Departamento de Silvicultura, pela realização do curso;

- Ao Departamento de Silvicultura da Universidade Federal de Viçosa, pela valiosa colaboração na condução do experimento e ajuda na coleta de dados;

- Ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em especial à Estação Florestal de experimentação (EFLEX), em Paraopeba - MG, pela colaboração na condução do experimento e ajuda na coleta de informações.

- A Empresa Triângulo Florestadora S.A. (TRIFLORA) pelo auxílio na implantação e condução do experimento em Uberaba - MG;

- À Coordenação do Programa Nacional de Pesquisa Florestal (PNPF), pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas;

- Aos colegas e amigos do curso de Pós-Graduação pelo incentivo e ajuda, em especial ao colega Ismael Eletério Pires, pela revisão dos manuscritos e pelas sugestões;

- Ao Professor Hilton Tadeu Zarate do Couto, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

- À colega e amiga Petra Sylvia Roth, na elaboração do Summary;

- Aos técnicos e auxiliares do Laboratório de Tecnologia da Madeira, em especial a Rosana Maria Mendes Fillet, pela eficiência e boa vontade na determinação da densidade básica das amostras;

- A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	<u>página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Considerações gerais sobre a cultura do gênero <i>Eucalyptus</i> no Estado de Minas Gerais	4
2.2. Densidade básica da madeira das folhosas	8
2.3. Considerações sobre métodos de amostragem e de terminação da densidade básica da madeira	9
2.4. Variação da densidade básica da madeira com as características de crescimento	12
2.5. Variação da densidade básica da madeira com o local, espaçamento e idade das plantas	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Espécies de eucalipto utilizadas	18
3.2. Produção das mudas das espécies de eucalipto .	20
3.3. Instalação dos ensaios de campo	20
3.3.1. Localização dos ensaios e caracterização físico-química do solo	20
3.3.2. Preparo do solo, adubação e plantio ...	23
3.3.3. Delineamento experimental	23
3.3.4. Avaliações conduzidas	24
3.3.4.1. Altura, diâmetro, sobrevivência das plantas e espessura da casca	24
3.3.4.2. Densidade básica da madeira ..	24
3.3.4.3. Correlação da densidade básica da madeira com as características de crescimento	25
3.3.4.4. Volume com casca e sem casca para as diferentes espécies de eucalipto	27
3.3.4.5. Massa de madeira sem casca para as diferentes espécies de eucalipto	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30

4.1. Comportamento silvicultural das espécies de eucalipto, nas três localidades, no período de 0 a 7,5 anos de idade	30
4.1.1. Evolução de crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação, em Uberaba-MG	30
4.1.2. Evolução do crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação em Paraopeba-MG	32
4.1.3. Evolução do crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação em Viçosa-MG	35
4.2. Resultados das análises das variâncias individuais para as características em estudo, nas três localidades, aos 7,5 anos de idade	41
4.3. Resultados das análises das variâncias conjuntas para características e locais, aos 7,5 anos de idade	52
4.4. Modelos de regressão e correlação da densidade básica com altura, DAP, volume cilíndrico e espessura de casca	58
4.5. Estimativa de produtividade das espécies de eucalipto em Uberaba, Paraopeba e Viçosa, aos 7,5 anos de idade	64
5. CONCLUSÕES	74
6. LITERATURA CITADA	76

CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E VARIAÇÃO DA
DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA EM 12 ESPÉCIES DE *Eucalyptus*
EM 3 REGIÕES DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Autor: JOSÉ CLÁUDIO ALBINO

Orientador: Prof. Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

RESUMO

As características de crescimento, densidade básica da madeira e produtividade em volume e massa foram estudadas em doze espécies de eucalipto em três regiões bioclimáticas do Estado de Minas Gerais - Uberaba, Paraopeba e Viçosa.

As avaliações periódicas mostraram maiores incrementos em altura e diâmetro nas fases iniciais do crescimento das espécies, até os 4,5 anos, quando então os incrementos foram menores, em função da competição entre as árvores. No período compreendido entre 6,5 - 7,5 anos verificou-se uma velocidade maior no crescimento em altura e diâmetro nos três locais, relacionada com o regime de precipitação. Nas avaliações conduzidas aos 7,5 anos foram verificadas, de um modo geral, diferenças significativas para as diferentes espécies dentro de locais, para todas as características, exceto para sobrevivência das plantas.

Através da análise conjunta foi detectado um efeito do local para todas as características; na localidade

de Viçosa as espécies apresentaram maiores crescimentos em altura e diâmetro, menor densidade básica da madeira e menor espessura da casca. Por outro lado, em Paraopeba foram verificados menores crescimentos em altura e diâmetro, maior densidade da madeira e maior espessura da casca, já na localidade de Uberaba as espécies apresentaram um comportamento intermediário para as características de crescimento e densidade básica.

Essas diferenças foram relacionadas com as condições edafoclimáticas de cada uma das regiões. As espécies que mais se destacaram foram *E. grandis*, *E. saligna*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. camaldulensis*. Não foram verificadas, de um modo geral, correlações significativas entre as características de crescimento e densidade básica da madeira.

Para produtividade em volume e massa, foram observadas diferenças entre as espécies nas localidades estudadas, com destaque para Viçosa, seguindo-se Uberaba e Paraopeba. Foram feitas considerações sobre a produtividade das espécies. Nesse aspecto, dentre algumas espécies, cabe citar o *E. cloeziana*, *E. pilularis* e *E. citriodora* com menor produtividade e maior densidade básica e *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* com maior produtividade e menor densidade básica da madeira.

GROWTH CHARACTERES AND WOOD WEIGHT GRAVITY VARIATION
IN 12 SPECIES OF *Eucalyptus* IN 3 REGIONS
OF MINAS GERAIS STATE

Author: JOSÉ CLÁUDIO ALBINO

Adviser: PROF. Dr. MÁRIO TOMAZELLO FILHO

SUMMARY

The growth characters, wood weight gravity and productivity in volume and mass have been studied in twelve species of eucalypts in three bioclimatic regions of Minas Gerais State - Uberaba, Paraopeba and Viçosa.

Periodical evaluations showed greater increments in height and diameter during the inicial growth phases, up to 4.5 years of age, afterwards increments decreased due to competition between trees. During the time comprised between 6.5 and 7.5 years one noticed a greater velocity of growth in height and diameter at the three sites relate to rainfall distribution. The evaluations at 7.5 years of age showed in general significative differences for different species within sites of all characters except survival of trees.

By means of combined analysis, an effect of the site was detected for all characters; at the Viçosa site species presented greater growth in height and diameter, lower wood weight gravity and thinner barks. On the other hand, in Paraopeba one state less growth in height and diameter, higher wood weight gravity and thicker barks, while

at Uberaba species displayed an intermediate behaviour for growth characters and weight gravity.

These differences have been related to the edapho-climatological conditions of each of the sites. The surpassing species were *E. grandis*, *E. saligna*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* and *E. camaldulensis*. In general, there were no significative correlations between growth characters and wood weight gravity.

For productivity, in volume and mass, there were differences between species at the studied sites, surpassing Viçosa, followed by Uberaba and Paraopeba. The author presents considerations concerning the productivity of the species. With respect to this, it is suitable to cite *E. cloeziana*, *E. pilularis* and *E. citriodora* as being the less productive species with higher wood weight gravity, and *E. grandis*, *E. saligna* and *E. urophylla* with higher productivity and lower wood weight gravity.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália e países vizinhos, compreende cerca de 600 espécies, variedades e híbridos. Foi introduzido no Brasil por volta de 1825, como árvore ornamental e quebra-vento (PRYOR, 1976).

Os primeiros estudos sobre o crescimento das espécies de eucalipto foram iniciados por Navarro de Andrade entre os anos de 1904 e 1915 em Rio Claro, Estado de São Paulo, visando a utilização de suas madeiras para atender as necessidades da então Companhia Paulista de Estradas de Ferro (BUSNARDO, 1978).

O sucesso da experimentação desenvolvida por Navarro de Andrade proporcionou significativo avanço na silvicultura brasileira, resultando atualmente em extensos plantios de várias espécies do gênero. Cerca de 487 mil ha de florestas de eucalipto acham-se estabelecidas no Estado de São Paulo, destacando-se *E. saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla* (GARLIPP, 1982).

A partir dos resultados iniciais, outros estados brasileiros iniciaram programas de plantio das citadas es

pécies, dentre os quais destaca-se o Estado de Minas Gerais. A matéria-prima destina-se à produção de carvão, para o abastecimento de indústrias siderúrgicas, de celulose e papel e outros fins. Estima-se que, em 1980, a área reflorestada no Estado de Minas Gerais foi de aproximadamente 1.300.000 ha (IBDF, 1980).

Entretanto, a baixa produtividade dos talhões, a ocorrência de pragas e doenças e a incidência de seca da parte aérea, relacionadas com problemas de adaptação de algumas espécies, levaram as entidades de pesquisa e empresas privadas a intensificarem os estudos sobre a introdução de novas espécies e procedências e sobre as técnicas de manejo (HODGES *et alii*, 1973).

A partir de 1973, iniciaram-se, em maior escala, os programas de introdução de espécies/procedências em diferentes regiões ecológicas brasileiras, compreendendo cerca de 35 espécies e 350 procedências somente no Estado de Minas Gerais (GOLFARI, 1975).

Na avaliação da maioria dos ensaios, foi dada maior ênfase aos parâmetros de produtividade, não sendo analisados os aspectos relacionados com a qualidade de madeira. Diante dessa preocupação, elegeu-se entre os ensaios instalados um experimento conduzido em três regiões ecológicas distintas, para o desenvolvimento desse trabalho.

O presente trabalho tem os seguintes objetivos:

- Estudar o comportamento silvicultural de doze espécies de eucalipto e variação da densidade básica da madeira entre espécies e locais, em diferentes regiões ecológicas no Es-

tado de Minas Gerais;

- Estudãr as correlações entre a densidade básica da madeira com as características de crescimento;
- Estimativa da produção em volume e massa por unidade de área, das espécies de eucaliptos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais sobre a cultura do gênero *Eucalyptus* no Estado de Minas Gerais

Os mais antigos plantios de eucalipto em Minas Gerais estão concentrados a leste de Belo Horizonte, na bacia do Rio Doce, compreendendo principalmente *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* (*E. alba*). Essas áreas podem ser divididas em duas partes, a primeira com uma altitude variando entre 600 e 1.100 m, compreendendo as regiões de Sabará, Nova Lima, Itabirito, Monlevade, Itabira e Conceição do Mato Dentro. A segunda, com altitude variando entre 200 e 600 m, compreendendo as regiões de Ponte Alta, Timóteo, Acesita, Belo Oriente e Pedra Corrida. Nestas regiões os reflorestamentos ocupavam até 1978, uma área de 200 mil ha, com o objetivo de fornecer carvão vegetal para as indústrias siderúrgicas (GOLFARI, 1978).

Outra área de Minas Gerais, na qual se desenvolveram, recentemente, amplos plantios com eucaliptos, é a parte Central do Estado. São áreas de cerrado, com relevo suavemente ondulado e altitudes entre 500 e 800 m, compreendidas pelas regiões de Sete Lagoas, Paraopeba, Curvelo, Lassance,

João Pinheiro, Paracatu, Vazante, Patos de Minas e Bom Despacho (GOLFARI, 1978).

Destacam-se, também, segundo GOLFARI (1978), as áreas de cerrado situadas no Triângulo Mineiro, localizadas nos chapadões entre Uberaba, Araxá, Uberlândia e Monte Alegre de Minas, com altitudes entre 600 e 1200 m. Nessas áreas, segundo MOURA *et alii* (1980), as espécies de eucaliptos que alcançaram maiores índices de crescimento são *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. dunnii*.

A partir de 1974, através do Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), promoveu-se a introdução de espécies e procedências de eucalipto, baseado principalmente na analogia climática entre a área de ocorrência natural e os locais de introdução (GOLFARI, 1975). Dentre os parâmetros considerados, destacam-se regime de precipitação, temperatura e deficiência hídrica. Nesse programa estudou-se o comportamento de 35 espécies e aproximadamente 350 procedências de *Eucalyptus* em 30 localidades no Estado de Minas Gerais, representando as diferentes regiões ecológicas do Estado.

As pesquisas tiveram continuidade através dos trabalhos conduzidos por MOURA *et alii* (1980) para a região de Viçosa (MG), onde foram estabelecidas algumas espécies de eucaliptos consideradas potenciais, como *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. saligna*, *E. cloeziana* e *E. deanei*. Resultados semelhantes foram encontrados por GOMES (1981), analisando alguns experimentos de introdução de várias espécies/procedências na mesma região.

Além do PRODEPEF, outras instituições de pesquisa têm atuado no Estado de Minas Gerais, junto às companhias reflorestadoras. Cabe destacar a atuação do Instituto

de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) em várias regiões do Estado de Minas Gerais. As pesquisas dessa instituição visam a otimização da produção de madeira, para atender as prioridades de cada região.

Na sub-região do triângulo mineiro, a experimentação vem sendo conduzida, principalmente, nas áreas de melhoramento e manejo florestal, com ensaios de introdução de espécies e procedências, fertilização mineral, instalação de áreas de produção de sementes, etc.

Na sub-região Centro-Oeste, onde os plantios de *Eucalyptus grandis* (procedências da Rodésia e da Companhia Agrícola Florestal Santa Bárbara - CAF) correspondem a 90% dos reflorestamentos na região, há também plantios de *E. tereticornis*, *E. saligna* e *E. urophylla*. As pesquisas conduzidas nessa região enfocam principalmente as áreas de melhoramento e ambiência, além de estudos de técnicas de implantação (IPEF, 1980, 1981).

Na sub-região Vale do Rio Doce, onde se concentram os reflorestamentos mais antigos de Minas Gerais, a pesquisa conduzida pelo IPEF é bastante diferenciada. Foram conduzidos vários trabalhos de experimentação referentes a introdução e reintrodução de espécies, o que permite considerar como espécies potenciais *E. saligna*, *E. grandis* (de diversas procedências), *E. paniculata*, *E. microcorys* e *E. citriodora*. Nessa sub-região há pesquisas para o estabelecimento de áreas de coleta, áreas de produção de sementes, e também sobre brotação, reforma, espaçamento de plantio, fertilização e idade de corte (IPEF, 1980, 1981).

Nas regiões do Rio São Francisco e Vale do Jequitinhonha, os plantios de eucalipto apresentam problemas e preocupações comuns, embora a utilização final da matéria-pri

ma seja diferente. Nessa área há algumas indefinições quanto as técnicas de implantação e manejo florestal. No vale do Rio São Francisco, têm sido plantadas *E. grandis* e *E. saligna* e através da experimentação aparecem ainda, como espécies potenciais, *E. urophylla*, *E. citriodora* e *E. tereticornis*.

No vale do Jequitinhonha, as espécies consideradas de maior potencialidade foram *E. urophylla*, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. tereticornis*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. microcorys* e *E. maculata*. Os trabalhos de pesquisa estão sendo realizados no sentido de definir melhor as espécies/procedências prioritárias a cada finalidade e para o estabelecimento de populações-base (IPEF, 1980).

A Sociedade de Investigações Florestais (SIF) tem pesquisado o gênero *Eucalyptus* em seus vários aspectos, no Estado de Minas Gerais, através de ensaios conduzidos principalmente nas regiões Centro-Oeste e Vale do Rio Doce. Cabe destacar também as pesquisas desenvolvidas pelas empresas que atuam no Estado de Minas Gerais, em associação com as instituições de pesquisa ou isoladamente, somando esforços para atingir um objetivo comum, diante dos problemas das regiões de atuação.

As variações entre procedências de *E. tereticornis* foram estudadas por ASSIS *et alii* (1983b), aos 12 meses de idade, no Vale do Rio Doce, visando a futura utilização das informações para plantios comerciais. Pelos resultados verificou-se que, até essa data, as melhores procedências foram de S. Laura e NW. MT. Carbine, ambas do Estado de Queensland - Austrália, para todos os ensaios.

Para *E. citriodora*, ASSIS *et alii* (1983a) realizaram trabalhos nas regiões de Ponte Queimada, Pedra Corrida e Itamarandiba (MG), concluindo que, das seis procedências

de *E. citriodora* testadas, as melhores foram S. Maryborough e Kalpowar com latitude de $25^{\circ} 07' S$ e $24^{\circ} 40' S$, respectivamente.

Segundo GOMES *et alii* (1981), a principal limitação em ensaios de procedências é o longo período para se obter resultados definitivos do desenvolvimento das espécies. Em sua maioria, os dados de introdução de espécies e procedências são obtidos de avaliações iniciais, com o risco de serem alterados com o decorrer dos anos.

2.2. Densidade básica da madeira das folhosas

Nas angiospermas os estudos de densidade geralmente são em menor intensidade, principalmente nas folhosas tropicais. Alguns estudos feitos por WANGAARD (1950) mencionam as relações existentes entre as propriedades da madeira e densidade.

HARRIS (1965) adverte que com o crescente interesse pelas folhosas, principalmente para obtenção de celulose e papel, a demanda de informações cresce a todo instante, principalmente as relacionadas com as condições de crescimento e variação da densidade da madeira e a complexidade de sua estrutura anatômica.

As propriedades da madeira das folhosas variam na árvore da medula para a casca, da base do tronco para a copa e dentro dos anéis de crescimento, segundo SAUCIER e TARAS (1966). Variam, também, entre locais e dentro da mesma população, devido a fatores genéticos e ambientais, conforme informações de ZOBEL (1965).

FERREIRA e KAGEYAMA (1978), em relação a densidade básica da madeira, concluíram que este fator depende diretamente do produto final desejado e da tecnologia a ser empregada. Para o setor florestal, a caracterização da madeira a ser produzida, se alta, média ou baixa densidade, irá depender, do setor industrial.

2.3. Considerações sobre métodos de amostragem e determinação da densidade básica

Quanto aos métodos de amostragem para determinação da densidade básica da madeira são utilizados os métodos destrutivos e não destrutivos. O método destrutivo, cuja principal desvantagem é a necessidade de derrubada da árvore para retirar as amostras, foi empregado para *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis* por FERREIRA (1968, 1970), e o método não destrutivo (sonda Pressler) foi utilizado por BRASIL (1972) para *E. propinqua*.

O método não destrutivo, cuja principal vantagem é a manutenção do indivíduo no campo, onde geralmente a amostragem é feita com sonda Pressler, foi utilizado por FERREIRA (1973), em trabalhos realizados com *E. grandis* e *E. saligna*.

Quanto ao ponto de amostragem no tronco, MITCHELL (1958) concluiu que os valores da densidade da madeira obtidos de amostras ao nível do DAP, não devem ser utilizados com a finalidade de se determinar o peso seco de madeira do volume comercial, porque a densidade varia com a altura. Segundo o autor, torna-se necessário estabelecer as possíveis correlações entre a densidade ao nível do DAP e a densidade média ponderada para o volume comercial total da árvore.

HARRIS (1965) propôs a determinação da densidade básica através de uma amostra extraída de um ponto fixo. Essa padronização foi proposta também por NYLINDER (1965), considerando que o DAP (diâmetro à altura do peito, medido por convenção a 1,30 m do solo) é padrão internacional usado em silvicultura.

Em trabalhos realizados por FERREIRA (1968, 1970) com espécies do gênero *Eucalyptus*, concluiu que secções transversais do caule, tomadas ao nível do DAP, estimam a densidade básica média da árvore. Ainda, FERREIRA (1973), em trabalhos desenvolvidos em plantações comerciais de *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis*, concluiu que a densidade básica média das árvores pode ser estimada por amostras retiradas da árvore ao nível de 1,30 m do solo (DAP). Essas amostras podem ser secções transversais do tronco (discos) ou baguetas obtidas através de sonda Pressler.

Em trabalhos realizados com *E. grandis*, BRASIL *et alii* (1979) reafirmaram a possibilidade de se estimar a densidade básica média da árvore a partir da densidade determinada em discos amostrados no DAP, através da equação de regressão linear. BARRICHELO *et alii* (1980), estudando a mesma espécie, chegaram a conclusões semelhantes para amostras retiradas de povoamentos com idade entre 5 e 18 anos.

VITAL *et alii* (1981), trabalhando com *E. grandis* em Itamarandiba (MG), concluíram que a relação entre a densidade básica média da árvore e a densidade básica no DAP indica a possibilidade de se considerarem amostras de madeira no nível do DAP como representativa da densidade básica média da árvore.

Quanto aos métodos de determinação da densidade básica da madeira, VINTILA (1939) afirmou a possibilidade

de se atingir saturação máxima, trabalhando-se com amostras com volume entre 200 e 1000 mm³, quando na determinação da densidade básica, por máximo teor de umidade. SMITH (1955) destacou que, no ponto de vista prático, o método de máximo teor de umidade é inteiramente satisfatório, quando o volume das amostras varia de 100 a 1600 mm³.

Baseando-se na relação entre a densidade básica e o máximo teor de umidade da madeira, KEYLWERTH (1954) desenvolveu um método que posteriormente foi empregado com sucesso por diversos autores, entre os quais SMITH (1954, 1955) e SCARAMUZZI (1966). Usando esse método são necessárias somente duas pesagens, uma com a amostra completamente saturada de água e outra com a amostra seca em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ até peso constante. A possibilidade de erro, segundo STAMM (1964), seria assumir a densidade da "substância madeira" como constante (1,53 g/cm³), quando a mesma varia entre 1,50 e 1,55 g/cm³ e a dificuldade de se conseguir completa saturação da amostra com água em certos casos.

Numa comparação entre vários métodos de determinação de densidade básica, SCARAMUZZI (1966) concluiu que o método de máximo teor de umidade era o que menor desvio dava em relação ao da imersão em água, além de ser o mais rápido e de mais fácil execução.

Dentre as várias maneiras de se expressar a densidade da madeira, uma das mais práticas vem a ser a densidade básica, que é a relação entre o peso absolutamente seco da madeira, em gramas ou toneladas, e seu volume em centímetros cúbicos ou metros cúbicos, de completa saturação de água (FOELKEL, 1971).

O método do máximo teor de umidade, pela facilidade de execução pode ser empregado para determinação da

densidade básica em larga escala. Porém, deve ser tomado um especial cuidado no controle da absorção da água pelas amostras, que nesse particular, o método da balança hidrostática é menos rigoroso (FOELKEL, 1971).

Um novo método de determinação da densidade da madeira, desenvolvido por TAYLOR (1981) e COWN (1981), através do "pilodyn", foi aplicado por ROSADO e BRUNE (1983), para diversas espécies de eucalipto nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Os resultados obtidos para *E. urophylla* e *E. grandis* com 2 anos de idade, e *E. citriodora* com 23 anos permitiram concluir que o aparelho pode ser utilizado com êxito na seleção massal em programas de melhoramento, na avaliação do parâmetro densidade da madeira. Citam como principais vantagens a facilidade de manuseio, rapidez na determinação, e não provoca ferimento que prejudique o desenvolvimento das árvores.

2.4. Variação da densidade básica da madeira com as características de crescimento

HARRIS (1963) relatou uma tendência decrescente na densidade da madeira de *P. radiata* com o aumento do ritmo de crescimento diamétrico. Isto se deve, segundo o autor, às variações que ocorrem na espessura da parede celular através dos anéis de crescimento, do que às quantidades relativas em densidades dos lenhos iniciais e tardio.

De acordo com os trabalhos de SUSMEL (1953, 1954) com árvores de *E. camaldulensis* da mesma classe diametral, concluiu-se que a densidade diminui em função da altura da árvore. SPURR e HSIUNG (1954) observaram que a densidade

decrece com a altura, principalmente para as coníferas, porém em certas espécies ela pode crescer e mesmo não variar.

Em trabalhos realizados com *E. globulus*, por Currô (1958), citado por BRASIL (1972), concluiu que a densidade cresce em direção à copa. De acordo com MADDERN (1965), a densidade varia dentro do caule das ginospermas e angiospermas, sendo o assunto bastante contraditório.

FERREIRA (1968, 1970) e BRASIL (1972, 1976) estudando a densidade básica em *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis* concluíram que a densidade cresce linearmente em função da altura. Estudos realizados por PANSWIN *et alii* (1970), com *Eucalyptus viminalis*, mostraram que a densidade cresce da medula para a casca, ao passo que no *E. marginata* a densidade aumenta próximo à medula, permanecendo constante até as proximidades da casca, quando decresce. SKOLMEN (1975) confirmou os resultados de PANSWIN (1970), trabalhando com *Eucalyptus robusta*.

Em nosso meio, BRASIL e FERREIRA (1972), estudando a densidade básica do *E. grandis* aos 16 anos de idade, detectaram um crescente aumento dessa característica no sentido medula-casca. FERREIRA (1970) encontrou que a densidade básica cresce no sentido da base para a copa, em todas as classes de altura estudadas em *E. grandis*. Por outro lado, confirmou a variação da densidade no sentido medula-casca, em todas classes diamétrais estudadas, nas espécies *E. grandis* e *E. saligna*, com idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos.

BRASIL (1972) encontrou que a densidade básica para *E. propinqua* cresce até uma distância menor que a metade da altura comercial, decrescendo depois. Resultados semelhantes foram obtidos por SOUZA *et alii* (1979), sobre o comportamento da densidade da madeira de *E. microcorys* na região

de Dionísio (MG).

A causa da variação axial da densidade não está bem definida. Alguns autores atribuem-na à formação de madeira de reação ou tensão e outros ao conjunto de fatores ligados as condições de crescimento da árvore.

Estudos realizados por FERREIRA *et alii* (1979), com *E. urophylla*, *E. saligna* e *E. grandis* em Mogi-Guaçu - SP, não encontraram efeito significativo da taxa de crescimento na densidade básica da madeira.

VITAL *et alii* (1980), estudando a madeira do tronco e galhos de diferentes procedências de *E. grandis*, na região de Viçosa (MG), não encontraram nenhuma relação onde maiores taxas de crescimento estivessem correlacionadas a uma menor densidade.

Há indicações de que árvores de maiores crescimentos possuem madeira de menor densidade; como, em termos relativos, o aumento de volume é maior que a redução da densidade, árvores de maior volume produzem maior peso de madeira seca (VITAL *et alii*, 1980).

Com relação ao peso de matéria seca em eucalipto, VITAL *et alii* (1981) afirmaram a existência de alta correlação com o volume. Comentaram também que, como a redução na densidade, ocasionada pela maior taxa de crescimento, não atinge níveis significativos, concluíram que, se o interesse é apenas produzir maior quantidade de madeira, deve-se optar pelo critério de origens das sementes, associada com a maior produção volumétrica.

VITAL *et alii* (1981), em trabalhos realizados com *E. grandis* em Itamarandiba (MG), verificaram um decréscimo significativo na densidade da madeira no sentido axial, di

ferindo dos resultados obtidos por alguns autores que apresen tam como modelo mais comum, para as dicotiledôneas, o aumento da densidade no sentido axial.

Quanto à variação da densidade básica da madei ra em diversas procedências de *E. grandis*, MENDES *et ali* (1980) concluíram que existe uma alta variação individual dentro das procedências. Preconizaram, também, que a escolha da procedência adequada para uma localidade deve ser levada em consideração, no caso da produtividade ser avaliada em peso seco. Esses resultados foram obtidos por VITAL e DELLA LU CIA (1980), para *E. grandis*, os quais verificaram que a densida de média da madeira varia com a origem das sementes, podendo, constituir um parâmetro de seleção nos programas de melhoramento.

2.5. Variação da densidade básica da madeira com o local, espaçamento e idade das plantas

Estudos efetuados por BANKS (1954), na África do Sul, demonstraram uma tendência para o *E. grandis* em estabilizar a densidade aos doze anos. Atribui-se tal fato à provável formação de madeira adulta a partir dos doze anos.

Com a finalidade de detectar possíveis diferenças na densidade básica de madeiras de *E. grandis*, *E. alba* e *E. saligna*, em função de variações do espaçamento e localidade, foi realizado um trabalho por BRASIL e FERREIRA (1971), concluindo que os espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m não tiveram influência significativa sobre os valores de densidade. Por outro lado, houve uma influência decisiva da variação da localidade na densidade das madeiras, independentemen-

te das espécies consideradas.

Susmel (1953, 1954) citado por BRASIL (1979), estudando o *E. camaldulensis*, relatou que a madeira mais densa ocorre nos locais com solos menos férteis. KLEM (1968) comentou que a existência de uma correlação negativa entre o ritmo de crescimento e a porcentagem de lenho tardio explica a redução da densidade da madeira formada sob condições de rápido crescimento.

FERREIRA (1971), analisando o comportamento das espécies de eucalipto mais plantadas no Estado de São Paulo, encontrou densidade menos elevada, em regiões mais férteis e conseqüentemente com maior taxa de crescimento anual.

Em relação as folhosas com poros difusos, Susmel (1952), citado por BRASIL (1972), trabalhando com *E. camaldulensis* na região de Agro Pontino na Itália, relatou que a madeira mais densa ocorreu nos solos menos férteis. Resultados similares foram encontrados por BRASIL e FERREIRA (1971) para *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis*.

Ainda com relação as variações da densidade básica, em estudos conduzidos em plantios comerciais de *Eucalyptus grandis*, *E. alba* e *E. saligna*, em nosso meio, FERREIRA (1973) constatou a existência de variações da densidade básica média da madeira, em função da idade, espécie e do local, independente dos espaçamentos utilizados.

Em diferentes regiões da África do Sul, TAYLOR (1973), estudando as relações da densidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, verificou variações da densidade entre árvores, porém, não a nível de locais. Foi também detectada alta correlação entre a densidade do lenho juvenil nas proximida-

des da medula e o lenho outonal das últimas camadas de crescimento. Verificou-se, também, que a densidade decresce no sentido axial a partir de 1,5 a 4,5 m de altura do tronco, vindo a aumentar continuamente após essa altura.

Segundo FIELDING (1967), as taxas de crescimento reduzidas que se caracterizam por anéis mais estreitos correspondem a menores densidades, naquelas espécies dotadas de poros em anel. Os anéis mais estreitos proporcionam uma maior proximidade dos vasos grandes de lenho inicial, além de uma redução da fração do anel constituído de células de paredes mais espessas. Para as folhosas com poros difusos como os *Eucalyptus*, essa hipótese não é válida, segundo GOMES e ALVES (1968).

FERREIRA e KAGEYAMA (1978) estudaram a variação da densidade básica média, aos cinco anos de idade, para as espécies *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. propinqua*, nas regiões de Itupeva e Mogi-Guaçu (SP). Verificaram uma tendência para a produção de madeira mais densa na região de Mogi-Guaçu, onde as condições de crescimento foram inferiores às de Itupeva.

Os efeitos das condições ecológicas na densidade da madeira de eucalipto são pouco estudados. FERREIRA e KAGEYAMA (1978), trabalhando com várias espécies de *Eucalyptus*, em diferentes localidades no Estado de São Paulo, concluíram que a densidade básica da madeira de eucalipto varia significativamente de árvore para árvore dentro de uma população. Os autores consideram que esta variação é muito mais importante do que as variações entre populações dentro de uma localidade, ou entre populações em localidades com condições ecológicas diferentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Espécies de eucalipto utilizadas

As doze espécies de eucalipto utilizadas no ensaio, juntamente com as características dos locais de procedência das sementes, encontram-se relacionadas na Tabela 1.

As sementes foram fornecidas pela seção de Sementes do Instituto de Pesquisa da Austrália (CSIRO), e pela Comissão Florestal do Estado de Queensland-Austrália. O material constitui parte do Programa de Pesquisas desenvolvido pelo Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), através do convênio PNUD/FAO/IBDF. Acha-se atualmente sob a coordenação do Programa Nacional de Pesquisa Florestal da EMBRAPA (PNPF) e ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC).

Tabela 1. Relação de espécies e procedências dos três ensaios instalados nas localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa - Minas Gerais.

Espécies	Procedências	Estado	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<i>E. propinqua</i> Deane et Maiden	Rockhampton Sub-Dist.	QLD	23°30'	150°33'	120
<i>E. urophylla</i> S.T. Blake	Queorema	Timor Port.	8°53'	152°32'	2040
<i>E. pellita</i> F. Muell	S. Helenvale	QLD	15°45'	145°15'	120
<i>E. teneticornis</i> Sm.	Mackay Dist.	QLD	21°10'	148°20'	610
<i>E. microcorys</i> F. Muell.	Gympie Dist.	QLD	26°11'	152°40'	180
<i>E. grandis</i> W. Hill ex Maiden	Atherton Dist.	QLD	17°02'	145°37'	792
<i>E. camaldulensis</i> Dehnh.	Petford	QLD	17°17'	145°59'	460
<i>E. citriodora</i> Hook.	E. Rockhampton	QLD	23°25'	150°20'	30
<i>E. cloeziana</i> F. Muell.	S.W. Kennedy	QLD	18°17'	145°55'	122
<i>E. maculata</i> Hook.	N. Woolgoolga	NSW	30°00'	153°12'	30
<i>E. saligna</i> Sm.	Kenilworth	QLD	26°40'	152°33'	532
<i>E. pilularis</i> Sm.	Gallengowan	QLD	26°30'	152°20'	580

QLD - Estado de Queensland - Austrália.

NSW - Nova Gales do Sul - Austrália.

Timor Port. - Indonésia

3.2. Produção das mudas das espécies de eucalipto

As mudas foram produzidas no viveiro da Estação Florestal de Experimentação (EFLEX), em Paraopeba, MG. A produção das mudas foi realizada através do processo de semeadura direta em sacos plásticos com 8 cm de diâmetro e 12 cm de altura, previamente preenchidos com substrato composto de uma mistura de solo e fertilizante. Antes do preenchimento dos recipientes, foi feita a incorporação do fertilizante (superfosfato simples), na dosagem de 2kg por m³ de terra. O solo foi previamente tratado com brometo de metila, na dosagem de 30 ml por m², numa camada de 20 cm de altura.

3.3. Instalação dos ensaios de campo

3.3.1. Localização dos ensaios e caracterização físico-química do solo

Os ensaios foram instalados em três localidades do Estado de Minas Gerais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa, cujas características acham-se na Tabela 2. Dentro de cada local, as áreas foram escolhidas de modo a obter-se resultados representativos da região. Para a caracterização físico-química do solo foram obtidas três amostras compostas por bloco experimental, constituídas de solo coletado a 0, 15 e 30 cm de profundidade. Essas amostras foram analisadas pelo Centro de Estudos de Solos da ESALQ/USP, cujos resultados são apresentados na Tabela 3.

TABELA 2. Condições ecológicas das localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Localidades	Altitude (W. Green wich)	Longitude	Latitude Sul (S)	Classificação climática (Thorntwaite)	Temperatura média mês + quente (°C)	Temperatura média mês + frio (°C)	Precipitação média anual (mm)	tipo de solo
Uberaba	820	47°55'	19°45'	sub tropical úmido	23,3°C	18,7°C	1450	Latossolo Roxo Distrófico
Paraopeba	734	44°23'	19°15'	sub tropical úmido subúmido	27,7°C	19,8°C	1236	Latossolo Vermelho Amarelo
Viçosa	652	42°51'	20°45'	sub tropical moderado úmido	22,1°C	15°C	1341	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico

Fonte: GOLFARI, L., 1975.

Tabela 3. Características físico-químicas do solo das localidades de Uberaba, Paraopeba e Viçosa - MG, das áreas experimentais.

Locais	pH em água	Matéria orgânica (%)	Teor trocável em m.e./100 ml de terra					Granulometria		
			fosfato PO_4^{3-}	potássio K^+	cálcio Ca^{+2}	magnésio Mg^{2+}	alúminio Al^{3+}	areia total (%)	limo (%)	argila total (%)
Uberaba	3,63	2,69	0,02	0,07	0,12	0,16	2,25	35,50	11,48	53,21
Paraopeba	3,85	2,85	0,02	0,07	0,03	0,09	2,73	3,50	26,61	69,88
Viçosa	4,21	3,41	0,01	0,07	0,16	0,10	1,05	18,86	24,63	56,5

3.3.2. Preparo do solo, adubação e plantio

O desmatamento da vegetação natural foi feito com o uso de correntão ou lâminas, em função do porte das árvores. Seguiram-se as operações normais do preparo do solo - retirada da vegetação, aração e gradagem.

Foi adotada uma adubação básica para todos os ensaios, baseada em resultados de pesquisas da Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF-Belgo Mineira). A dosagem utilizada foi de 70 g de NPK (9-8-5) + micronutrientes (B e Zn) por cova, equivalente a 120 kg de adubo por hectare.

O experimento foi instalado em Paraopeba, Uberaba e Viçosa, em dezembro de 1974, quando as mudas tinham 4 meses de idade. O espaçamento utilizado foi de 3 x 2 m.

3.3.3. Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com duas repetições por local, sendo os tratamentos constituídos pelas espécies (Tabela 1), com 25 árvores por parcela.

3.3.4. Avaliações conduzidas

3.3.4.1. Altura, diâmetro, sobrevivência das plantas e espessura da casca

A avaliação da altura das plantas foi feita anualmente com auxílio de uma régua graduada em decímetro e posteriormente com o hipsômetro de Blume Leiss. A medição do diâmetro foi feita ao nível do DAP (1,30 m do solo) com auxílio de fita diamétrica. A sobrevivência das plantas foi determinada através da contagem das plantas mortas por parcela.

Essas avaliações foram feitas anualmente até 7,5 anos de idade, sempre nos meses de junho/julho, utilizando-se as 9 plantas centrais de cada parcela.

A espessura da casca das árvores foi obtida somente na última avaliação, através de um medidor de espessura de casca, com escala graduada em centímetros, obtidas no DAP.

3.3.4.2. Densidade básica da madeira

As amostras de madeira, em forma de baguetas, foram retiradas com auxílio de sonda Pressler com diâmetro de 5 mm, na altura do DAP, no sentido Norte-Sul. As amostras obtidas de cada árvore das 9 plantas centrais da parcela, foram extraídas de casca a casca de todas as plantas centrais da parcela. Após a retirada das baguetas, essas foram devidamente identificadas, acondicionadas em sacos de polietileno e logo em seguida colocadas em recipientes contendo gelo, sendo posteriormente enviadas ao laboratório, onde permaneceram em câmara fria até a determinação da densidade básica. As baguetas foram seccionadas ao meio, sempre que possível na região

da medula.

A densidade básica da madeira foi determinada através do método do máximo teor de umidade, sugerido por KEY WERTH (1954), SMITH (1954, 1955) e mais recentemente utilizado por FOELKEL *et alii* (1971). O cálculo da densidade da madeira foi feito de acordo com a equação (1):

$$db = \frac{1}{\frac{PU}{PS} - 0,346} \dots \dots \dots (1)$$

onde:

- db = densidade básica, em g/cm³;
- PU = peso da amostra úmida, em g, através de saturação em água sob vácuo e pressão;
- PS = peso absolutamente seco da amostra em g, através de secagem em estufa a 105[±] 3^oC,
- 0,346 = constante

3.3.4.3. Correlação da densidade básica da madeira com as características de crescimento

Para o estudo das relações entre a densidade básica da madeira ao nível do DAP, e as características (DAP, altura, volume cilíndrico e espessura da casca), foram testadas, para todas as espécies, as seguintes equações de regressão:

Linear

$$Y = a + bx \dots \dots \dots (2)$$

Hiperbólica

$$Y = a + \frac{b}{x} \dots \dots \dots (3)$$

Bilogarítmica

$$\log(Y) = a + b \log(x) \dots \dots \dots (4)$$

Semi-logarítmica

$$Y = a + b \log(x) \dots \dots \dots (5)$$

Log-inversa

$$\log(Y) = a + \frac{b}{x} \dots \dots \dots (6)$$

Monologarítmica

$$\log(Y) = a + bx \dots \dots \dots (7)$$

onde:

Y = densidade básica média da madeira

x = características de crescimento da árvore.

Pelos resultados apresentados pelos 6 modelos de equação testados, escolheu-se o de maior significância, através de valores do coeficiente de correlação (r). Esse coeficiente representa a relação entre a densidade básica da madeira e as características de crescimento para as espécies e os locais individualmente.

O teste de significância dos valores de r obtidos foi realizado através do teste t, pela equação (8):

$$t = \frac{r \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} \dots \dots \dots (8)$$

onde:

- r = coeficiente de correlação linear
- n = número de dados em cada variável

3.3.4.4. Volume com casca e sem casca para as diferentes espécies de eucalipto

O volume de madeira com casca e sem casca, para as diferentes espécies de eucalipto, foi determinado através do uso de equações de regressão estabelecidas por GUIMARÃES (1982). Essas equações para volume com casca, desenvolvidas para as mesmas espécies de eucalipto e com as mesmas idades, são expressas na Tabela 4.

Não tendo sido desenvolvida uma equação de volume para o *E. urophylla*, utilizou-se a equação do *E. pellita*, uma vez que essa espécie apresentou características de crescimento mais próximas às do *E. urophylla*.

A estimativa do volume sem casca foi obtida através da equação de regressão linear simples (9):

$$V_{s/c} = a + b V_{c/c} \dots \dots \dots (9)$$

$V_{s/c}$ = volume sem casca;

$V_{c/c}$ = volume com casca;

a = coeficiente de intercepto da equação;

b = coeficiente angular.

Os valores de a, b e de R^2 são apresentados por espécie de eucalipto, na Tabela 5.

Tabela 4. Modelos de equação de regressão para a estimativa dos volumes com casca para as espécies de eucaliptos.

Espécies	Equações	QMR	R ²
<i>E. camaldulensis</i>	$\ln V = -1,84052 + 1,73155 \ln D + 1,09328 \ln H$	0,004393	0,98
<i>E. citriodora</i>	$V = 0,00733 + 0,32448 D^2 H$	0,008309	0,99
<i>E. cloeziana</i>	$\ln V = -0,49773 + 2,04313 \ln D + 0,82123 \ln H$	0,014972	0,97
<i>E. grandis</i>	$V = 0,01733 + 0,31537 D^2 H$	0,03707	0,99
<i>E. maculata</i>	$V = 0,00572 + 0,33461 D^2 H$	0,021133	0,99
<i>E. microcorys</i>	$\ln V = -1,97279 + 1,65648 \ln D + 1,10779 \ln H$	0,005612	0,99
<i>E. pellita</i>	$\ln V = -0,91676 + 1,82575 \ln D + 0,84511 \ln H$	0,006698	0,99
<i>E. pilularis</i>	$\ln V = -1,56624 + 1,77302 \ln D + 1,05101 \ln H$	0,004339	0,99
<i>E. propinqua</i>	$\ln V = -2,13064 + 1,68431 \ln D + 1,18303 \ln H$	0,005350	0,98
<i>E. saligna</i>	$\ln V = -1,04381 + 1,87482 \ln D + 0,94018 \ln H$	0,015769	0,99
<i>E. tetricornis</i>	$V = 0,01039 + 0,31147 D^2 H$	0,012267	0,98

FONTE: GUIMARÃES (198)

QMR = soma dos quadrados dos resíduos

R² = coeficiente de determinação

D = diâmetro em (cm)

H = altura em (m)

V = volume (m³)

Tabela 5. Valores de a, b e R² da equação de regressão linear simples, para estimativa de volume sem casca, para as espécies de eucalipto.

Espécies	a	b	R ²
<i>E. citriodora</i>	-0,01208	0,83246	0,99
<i>E. pilularis</i>	-0,00459	0,82199	0,99
<i>E. propinqua</i>	-0,01099	0,78307	0,99
<i>E. maculata</i>	-0,01345	0,83959	0,99
<i>E. pellita</i>	-0,00590	0,75709	0,99
<i>E. tereticornis</i>	-0,00914	0,80143	0,99
<i>E. cloeziana</i>	-0,02862	0,88443	0,97
<i>E. grandis</i>	-0,00733	0,87859	0,99
<i>E. microcorys</i>	-0,00799	0,85857	0,99
<i>E. camaldulensis</i>	-0,00534	0,83029	0,99
<i>E. saligna</i>	-0,01243	0,87559	0,99

Fonte: GUIMARÃES (1983)

3.3.4.5. Massa de madeira sem casca para as diferentes espécies de eucalipto

A massa da madeira sem casca, para as diferentes espécies de eucalipto, foi obtida através da multiplicação do volume de madeira sem casca (calculado segundo item 3.3.4.4) pela densidade básica da madeira (calculado segundo item 3.3.4.2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comportamento silvicultural das espécies de eucalipto, nas três localidades, no período de 0 a 7,5 anos de idade

4.1.1. Evolução do crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação em Uberaba - MG

Para o crescimento em altura das plantas de eucalipto, em Uberaba, verificaram-se algumas variações na evolução do crescimento durante os períodos avaliados. (Figura 1). Destacaram-se as taxas de crescimento iniciais, no período de 0 - 1,5 anos, com pequenas variações entre as espécies, exceto para o *E. microcorys* que apresentou menor crescimento. A partir do 2,5 anos de idade, as espécies se definiram melhor em relação ao período anterior, destacando-se as elevadas taxas de crescimento aos 3,5 - 4,5 anos para *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. pilularis*, seguidos de *E. cloeziana*, *E. citriodora* e *E. saligna*.

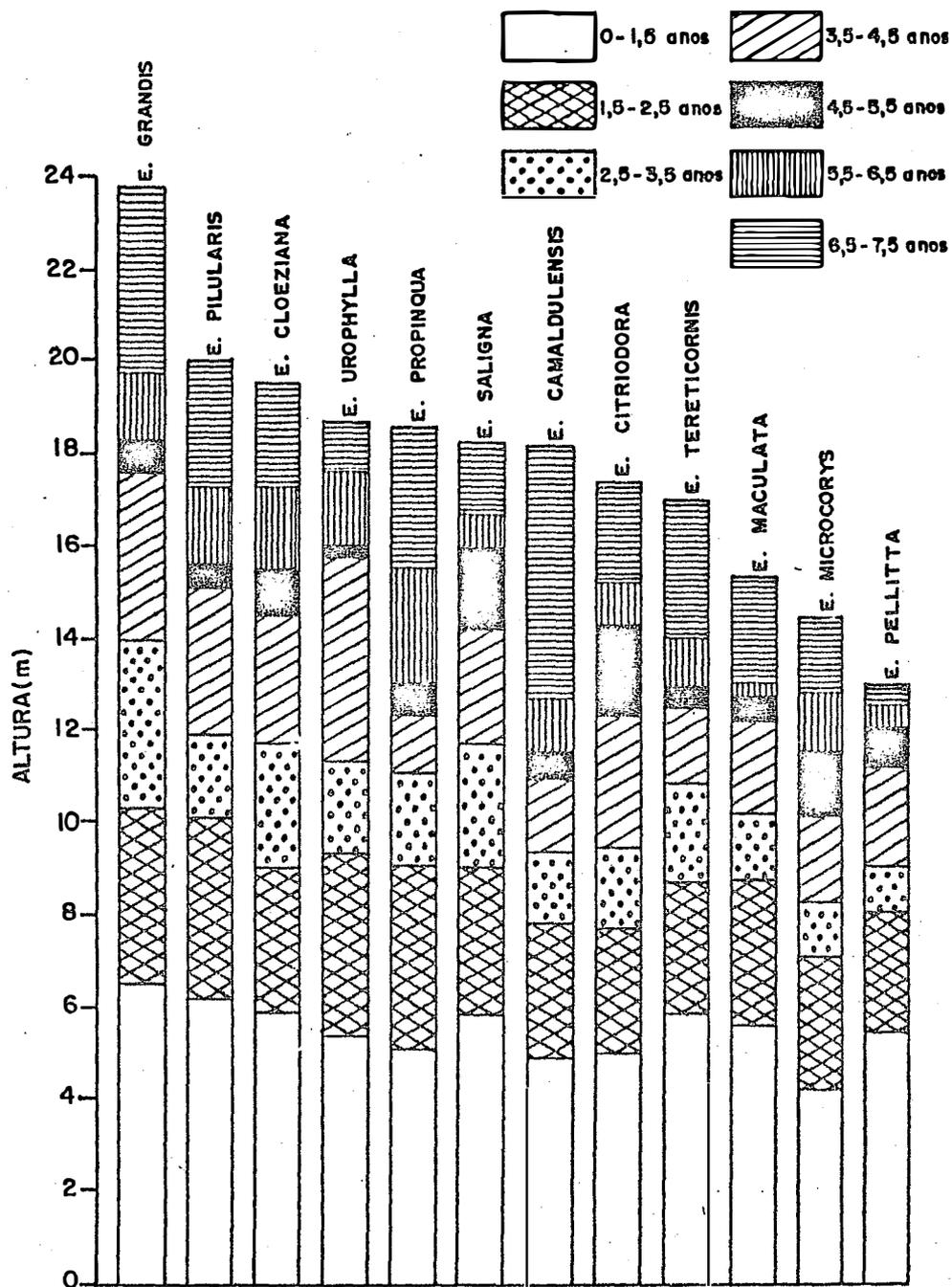


Figura 1. Evolução do crescimento em altura média nas diferentes épocas de avaliação em Uberaba - MG.

Elevadas taxas de crescimento para *E. grandis*, *E. camaldulensis*, seguidos de *E. propinqua* e *E. tereticornis* foram também observadas no período de 6,5 - 7,5 anos.

Destacam-se, para essa localidade, baixos incrementos em altura entre 4,5 - 5,5 anos para a maioria das espécies, com exceção de *E. saligna*, *E. citriodora* e *E. microcorys* e entre 5,5 - 6,5 anos para *E. maculata* e *E. pellita*.

Para o diâmetro, em Uberaba (Figura 2), foram verificadas taxas de crescimento aproximadamente iguais entre as espécies, no período compreendido entre 0 - 1,5 anos, à exceção de *E. microcorys* e *camaldulensis*, com menores taxas. No período de 4,5 - 5,5 anos, *E. urophylla*, *E. propinqua* e *E. pellita* apresentaram um crescimento diamétrico bastante reduzido, o mesmo ocorrendo com a maioria das espécies entre 5,5 - 6,5 anos.

4.1.2. Evolução do crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação em Paraopeba - MG

Para o crescimento em altura, das espécies de eucalipto em Paraopeba, verificou-se um comportamento similar ao de Uberaba, nos períodos de 4,5 - 5,5 e 5,5 a 6,5 anos, onde se verificou um menor crescimento para a maioria das espécies (Figura 3).

Nos demais períodos, o desenvolvimento foi considerado normal, sendo que aos 6,5 - 7,5 anos, ocorreu uma retomada do crescimento principalmente para o *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. camaldulensis*.

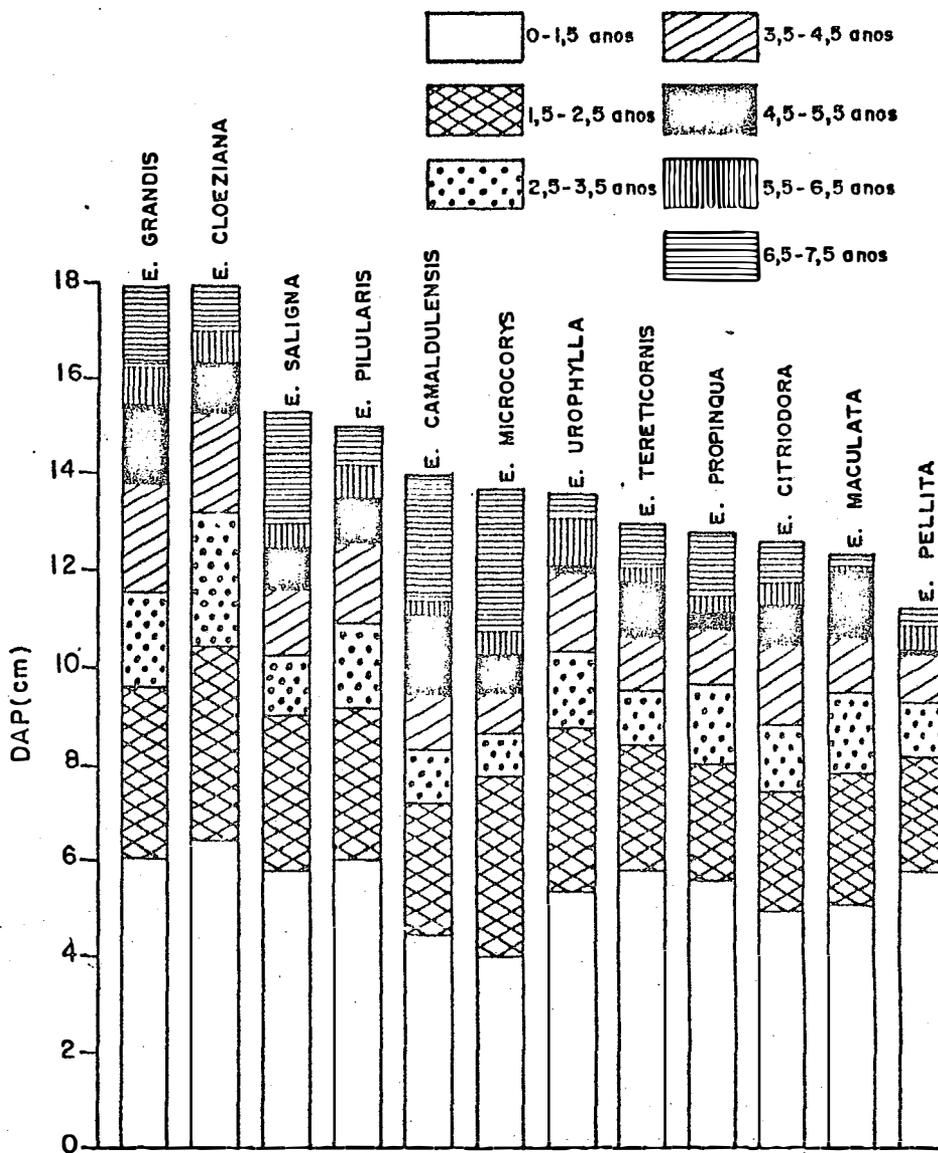


Figura 2. Evolução do crescimento em diâmetro médio nas diferentes épocas de avaliação em Uberaba - MG.

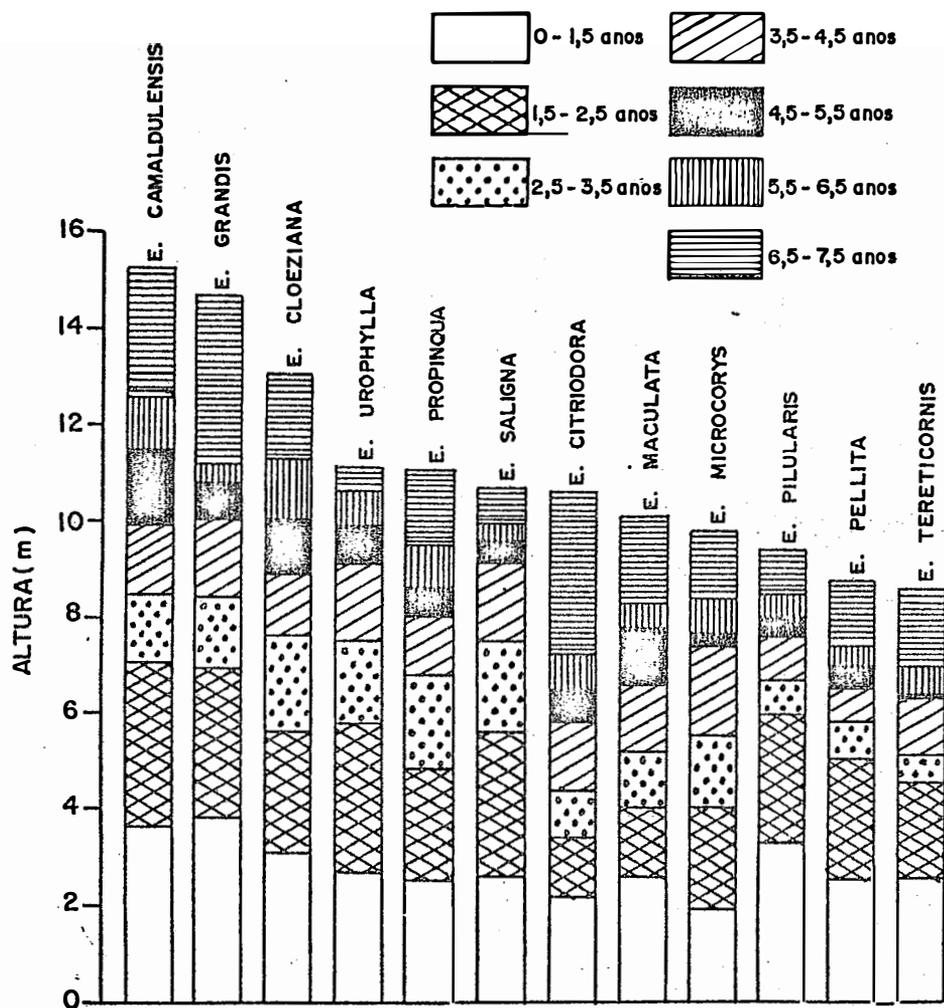


Figura 3. Evolução do crescimento em altura média nas diferentes épocas de avaliação em Paraopeba - MG.

O crescimento em diâmetro teve comportamento similar ao da altura de plantas, ocorrendo variações entre e dentro das espécies (Figura 4). As menores taxas de crescimento em diâmetro foram observadas nos períodos de 4,5 - 5,5 anos para *E. saligna*, *E. pilularis* e *E. tereticornis* e aos 5,5 - 6,5 anos para a maioria das espécies exceto para o *E. maculata* seguido de *E. cloeziana* e *E. camaldulensis*.

4.1.3. Evolução do crescimento em altura média e diâmetro médio, para as diferentes épocas de avaliação, em Viçosa - MG

Para a altura em Viçosa, verificou-se uma maior taxa de crescimento no período de 0 - 1,5 anos para o *E. grandis* seguido por *E. saligna* e *E. propinqua*, com o *E. microcoris* apresentando o menor crescimento (Figura 5) aos 7,5 anos de idade. O *E. pilularis* apresentou a maior altura total do ensaio, seguido por *E. grandis* e *E. saligna* que, de forma relativa, mantiveram seus incrementos elevados, verificado nas primeiras avaliações. O maior crescimento obtido para essas espécies nessa região, conforme será melhor enfatizado na discussão da Tabela 6 (item 4.2), está provavelmente relacionado com as analogias edafoclimáticas entre as regiões de origem e a de introdução.

O *E. camaldulensis* apresentou menores taxas de crescimento desde as primeiras avaliações constituindo-se na espécie com menor altura aos 7,5 anos. Apesar de sua ampla distribuição geográfica na Austrália, a procedência utilizada em Viçosa foi superada por outras espécies com menor adaptação às condições climáticas dessa região.

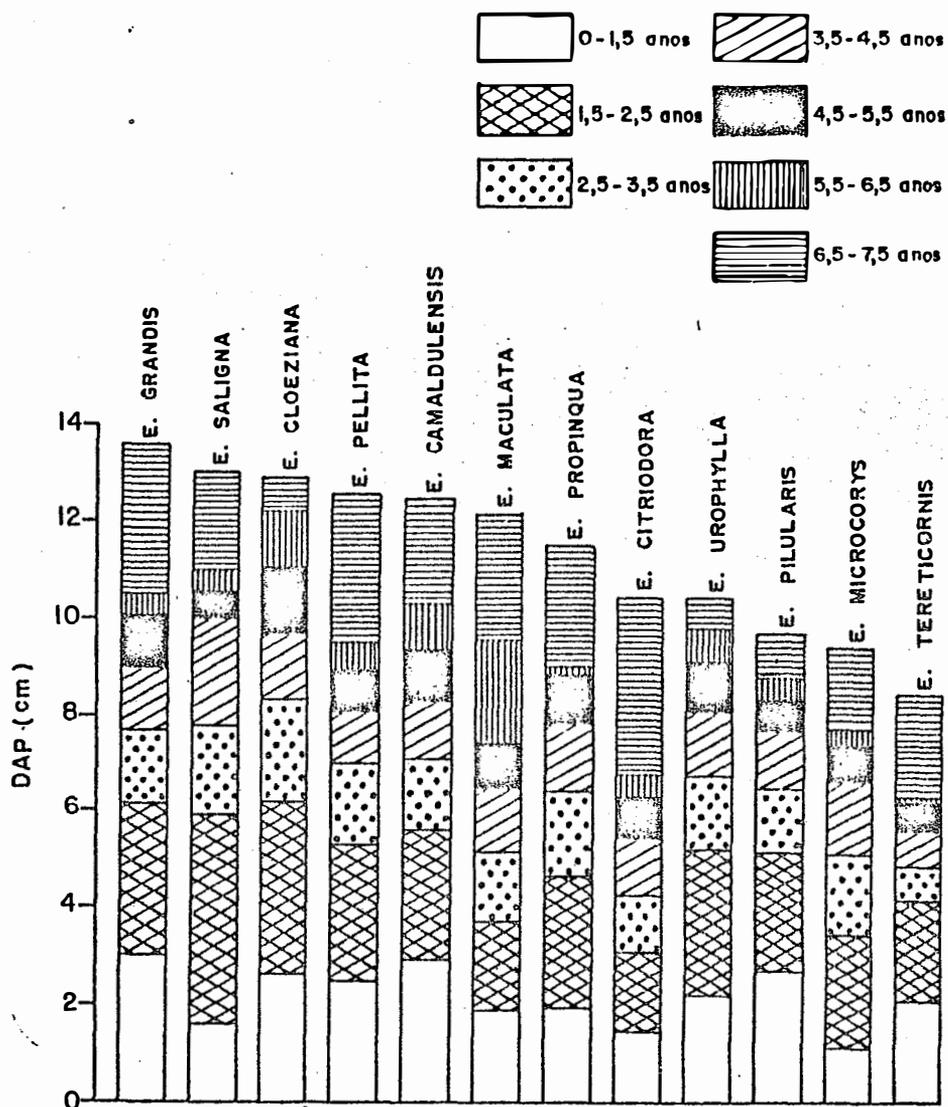


Figura 4. Evolução do crescimento em diâmetro médio nas diferentes épocas de avaliação em Paraopeba - MG.

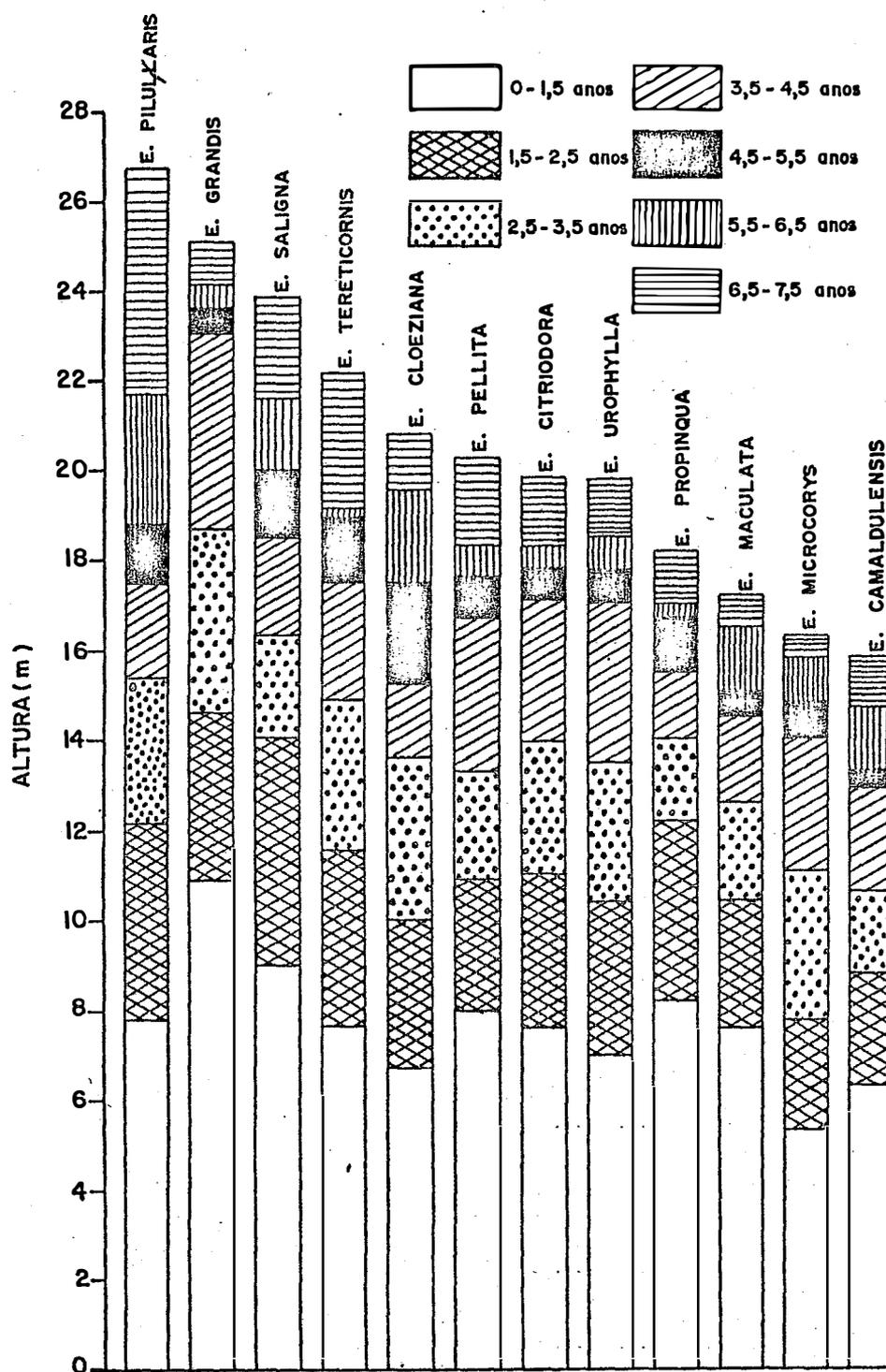


Figura 5. Evolução do crescimento em altura média nas diferentes épocas de avaliação em Viçosa - MG.

Verificaram-se através das variações temporais mudanças nas posições das espécies em relação às taxas de crescimento com o decorrer dos anos. Uma redução da taxa de crescimento foi, também, verificada para essa localidade, para a maioria das espécies no período de 4,5 - 5,5 anos, a exceção do *E. cloeziana* que obteve um incremento regular em altura.

Quanto ao crescimento em diâmetro (DAP), notou-se um comportamento semelhante ao da altura, para a maioria das espécies, nos vários períodos (Figura 6). A redução nas taxas de crescimento diamétrico no período 4,5 - 5,5 anos foi marcante para a maioria das espécies em Viçosa, como já observado nas outras localidades.

Analisando-se a evolução do crescimento em altura e diâmetro nas três localidades, verificam-se nos primeiros períodos, maiores incrementos anuais, havendo posteriormente uma redução acentuada no crescimento nas idades compreendidas entre 4,5 - 5,5 anos, seguindo-se uma redução menos intensa entre 5,5 - 6,5 anos. As curvas de crescimento apresentadas para os eucaliptos em talhões implantados, em função da idade, podem explicar os resultados obtidos, considerando o aumento da competição entre árvores pelos fatores de crescimento. Entretanto, os efeitos verificados aos 4,5 - 5,5 e aos 5,5 - 6,5 anos parecem indicar a influência de outra variável, uma vez que houve uma redução do crescimento para a maioria das espécies nos três locais, no citado período.

Convém enfatizar que, após a idade de 6,5 anos, houve uma retomada do crescimento em altura e diâmetro para a maioria das espécies nos três locais. Uma explicação para essas observações pode ser obtida analisando o regime de pre-

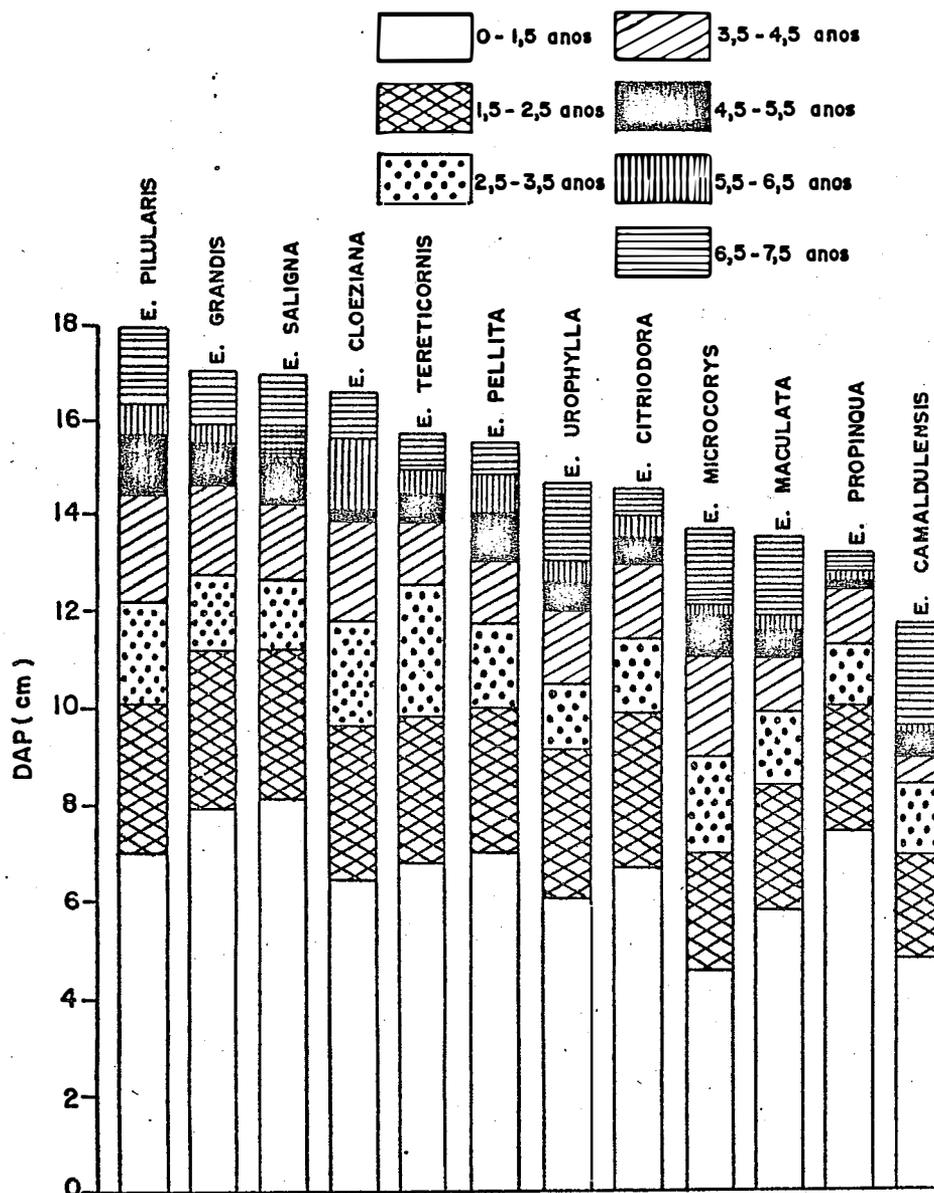


Figura 6. Evolução do crescimento em diâmetro médio nas diferentes épocas de avaliação em Viçosa - MG.

precipitação hídrica ocorrida desde a data da instalação até a última avaliação do ensaio, aos 7,5 anos de idade, apresentadas nas Tabelas 2 a 4 do Apêndice e o deficit hídrico médio dessas regiões.

De acordo com a análise da precipitação, verifica-se para Paraopeba que essa retomada do crescimento pode ser devida ao aumento da precipitação de 1230 para 1740 mm dos 5,5^o - 6,5 anos para os 6,5 - 7,5 anos, enquanto que em Viçosa, nesses períodos, o aumento foi de 1013 para 1473 mm.

Em Uberaba, a falta de alguns dados de precipitação dificultaram uma melhor compreensão dos resultados.

Quanto ao deficit hídrico, na região de Paraopeba, o seu valor está entre 60 - 120 mm anuais, com um período seco de 4 - 6 meses. Em Viçosa o deficit hídrico é menos acentuado, com valores de 10 - 30 mm anuais e com um período seco de 2 - 4 meses (GOLFARI, 1975). Quando se analisam as Figuras 4 e 6, verifica-se que houve maior crescimento em diâmetro em Paraopeba do que em Viçosa, no último período de crescimento. Isso nos leva a crer que uma melhor resposta ao crescimento em diâmetro, na região com maior deficit hídrico (Paraopeba), foi devida ao aumento da precipitação hídrica, conforme discutido anteriormente. Com respeito a altura das plantas o efeito foi menor, uma vez que essa característica parece estar menos influenciada pelos fatores ambientais do que o diâmetro.

4.2. Resultados das análises das variâncias individuais para as características em estudo nas três localidades, aos 7,5 anos de idade

Os resultados para médias de altura, diâmetro (DAP), densidade básica da madeira, sobrevivência e espessura da casca são apresentados nas Tabelas 6 a 10.

Em Uberaba, as espécies que mais se destacaram com respeito ao crescimento em altura (Tabela 6) foram *E. grandis*, *E. pilularis* e *E. cloeziana*, sendo o menor crescimento apresentado pelo *E. pellita*. A análise de variância mostrou valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade. Destaca-se o *E. grandis* diferindo estatisticamente das demais espécies pelo teste de Duncan ao nível de 5%. Segue-se um grupo formado por oito espécies, cuja variação em altura vai de 20,01 a 16,93 m, para *E. pilularis* e *E. tereticornis*, respectivamente. As menores médias em altura foram observadas para *E. pellita*, *E. microcorys* e *E. maculata*.

Em Paraopeba, destacaram-se *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*, com o menor crescimento para *E. pilularis*. O teste de F não revelou diferenças significativas, não justificando, portanto, a aplicação do teste de médias. Apesar da não significância entre as médias das espécies, as diferenças em altura chegam a valores de 5,7 m (67%) entre a média das três melhores (*E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana*) e as três de menor crescimento (*E. pilularis*, *E. tereticornis* e *E. pellita*).

Em Viçosa, as espécies com maior crescimento foram *E. pilularis* e *E. grandis* e com menor crescimento *E. camaldulensis*. A análise da variância mostrou valor de F significativo ao nível de 5%. O resultado do teste de Duncan eviden

Tabela 6. Médias das alturas das espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises de variância entre as espécies, posições relativas em altura e teste de Duncan.

Espécies	Localidades							
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa			
	\bar{H} (m)	PR	\bar{H} (m)	PR	\bar{H} (m)	PR		
<i>E. camaldulensis</i>	18,14	bc (I)	7	15,29	1	15,79	e	12
<i>E. citriodora</i>	17,33	bcd	8	10,67	7	19,83	bcde	7
<i>E. cloeziana</i>	19,47	b	3	13,06	3	20,79	abcde	5
<i>E. grandis</i>	23,80	a	1	14,72	2	25,08	ab	2
<i>E. maculata</i>	15,31	cde	10	10,12	8	17,18	de	10
<i>E. microcorys</i>	14,39	de	11	9,78	9	16,32	de	11
<i>E. pellita</i>	12,97	e	12	8,73	10	20,23	bcde	6
<i>E. pilularis</i>	20,01	b	2	8,42	12	26,73	a	1
<i>E. propinqua</i>	18,53	bc	5	11,04	5	18,16	cde	9
<i>E. saligna</i>	18,19	bc	6	10,69	6	23,84	abc	3
<i>E. tereticornis</i>	16,93	bcd	9	8,59	11	22,13	abcd	4
<i>E. urophylla</i>	18,66	bc	4	11,09	4	19,78	bcde	8
Média	17,81			11,01		20,49		
Teste "F"	5,97**			2,81 NS		3,21*		
Coefficiente de Variação (%)	9,15			17,37		13,29		

\bar{H} = Altura média em metros;

PR = Posição relativa em altura;

(I) = Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%;

NS = Não significativo;

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F;

* = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste F.

ciou um grupo de melhores espécies (*E. pilularis*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. teneticornis* e *E. cloeziana*) e de piores espécies (*E. camaldulensis*, *E. microcorys* e *E. maculata*).

Dentre os locais estudados, notou-se que a altura média geral das plantas foi maior em Viçosa, seguindo-se Uberaba e Paraopeba. Dos fatores relacionados com essas diferenças em altura, destaca-se a melhor qualidade do solo em Viçosa, que apresentava originalmente uma cobertura vegetal de maior porte, com características de mata. Por outro lado, em Uberaba e Paraopeba, com solos menos férteis, a vegetação primitiva era típica de cerrado. As características físico-químicas dos solos de mata e de cerrado, intensivamente analisados por diversos autores, explicam as diferenças obtidas para o crescimento entre os locais.

As elevadas taxas de crescimento em altura obtidas para Viçosa foram também observadas por MOURA *et alii* (1980) estudando o comportamento em altura em várias espécies de eucalipto nos 3,5 anos de idade. Resultados semelhantes foram observados por GOMES *et alii* (1981), analisando alguns experimentos de introdução de várias espécies/procedências na mesma região.

Dentre as espécies de eucalipto que apresentaram comportamentos diferentes em função do local, para a característica altura, cabe destacar o *E. pilularis* e *E. teneticornis*, que apresentaram melhores crescimentos em Uberaba e Viçosa e pior crescimento em Paraopeba, demonstrando a existência do efeito do sítio entre os três locais estudados. Provavelmente essas diferenças ocorram em função das condições ecológicas da região de origem dessas espécies na Austrália e das regiões de introdução. Segundo JOHNSTON e CHIPPENDAL (1970), o *E. pilularis*, apesar de crescer bem em solos pobres e areno-

sos, prefere os mais profundos e argilosos. Pryor (1971), citado por PÁSZTOR (1974), observou que essa espécie ocorre na Austrália nas mesmas condições que o *E. grandis* e *E. saligna*.

Os resultados de crescimento em diâmetro, aos 7,5 anos de idade (Tabela 7) mostraram, para essa característica, um comportamento bastante diferenciado nos locais estudados.

Para Uberaba e Paraopeba, apesar da não significância do teste F, as espécies que mais se destacaram foram *E. grandis*, *E. cloeziana* e *E. saligna*, sendo os menores valores encontrados para *E. pellita* e *E. maculata* (Uberaba) e *E. tereticornis* e *E. microcorys* (Paraopeba). O valor do DAP, com a finalidade de obter o volume de madeira, pode levar a resultados insatisfatórios, quando a espessura da casca não é considerada. Dentre as espécies estudadas, cabe citar o *E. cloeziana*, com posição de destaque para valores de DAP e, no entanto, apresenta uma espessura de casca significativamente maior em relação às outras espécies, conforme discussão a ser apresentada posteriormente.

Para Viçosa, o teste F foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, apesar do valor de F estar próximo dos encontrados para os demais locais. O coeficiente de variação foi menor para Viçosa (9,72%) em comparação com Uberaba e Paraopeba (13,48 e 12,56%). As espécies que mais se destacaram foram *E. pilularis*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. cloeziana* e *E. tereticornis*, as quais não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5%. Os menores diâmetros foram observados para *E. camaldulensis*, *E. propinqua*, *E. maculata* e *E. microcorys*.

Tabela 7. Médias dos diâmetros (DAP) das espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises de variância entre as espécies, posições relativas em diâmetro (DAP) e teste de Duncan.

Espécies	Localidades					
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa	
	$\overline{\text{DAP}}$ (cm)	PR	$\overline{\text{DAP}}$ (cm)	PR	$\overline{\text{DAP}}$ (cm)	PR
<i>E. camaldulensis</i>	13,88	5	12,45	5	11,72	e ^(I) 12
<i>E. citriodora</i>	12,52	10	10,47	8	14,49	bcde 8
<i>E. cloeziana</i>	17,94	1	12,92	3	16,61	abc 4
<i>E. grandis</i>	17,94	2	13,62	1	17,04	b 2
<i>E. maculata</i>	12,27	11	12,15	6	13,48	cde 10
<i>E. microcorys</i>	13,58	6	9,38	11	13,63	cde 9
<i>E. pellita</i>	11,14	12	12,54	4	14,85	abcde 6
<i>E. pilularis</i>	14,96	4	9,72	10	17,96	a 1
<i>E. propingua</i>	12,68	9	11,52	7	13,14	de 11
<i>E. saligna</i>	15,26	3	13,02	2	16,97	ab 3
<i>E. tereticornis</i>	12,83	8	8,47	12	15,70	abcd 5
<i>E. urophylla</i>	13,51	7	10,41	9	14,66	bcde 7
Média	14,04		11,39		15,02	
Teste "F"	2,56 NS		2,68 NS		3,29*	
Coefficiente de variação (%)	13,48		12,56		9,72	

$\overline{\text{DAP}}$ = Médias de diâmetro à altura do peito (1,30 m do solo) em centímetros;

PR = Posição relativa para (DAP) - Diâmetro a altura do peito.

(I) = Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%;

NS = Não significativo;

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F;

* = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste F.

Entre os locais, Viçosa apresentou a maior média geral para diâmetro, seguindo-se Uberaba e Paraopeba. Esse efeito foi observado anteriormente para a altura, confirmando as melhores condições de crescimento existentes em Viçosa. Os resultados obtidos para crescimento em altura e diâmetro mostram a existência de espécies potenciais para as três regiões, sendo que a maioria delas foi recomendada por GOLFARI (1975), quando da realização do Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais, através de analogias climáticas.

Os resultados de médias de densidade básica da madeira (Tabela 8) revelam que, para Uberaba, Paraopeba e Viçosa, as espécies apresentaram a tendência de manter as mesmas posições relativas. Nesses três locais a análise da variância mostrou valores de F significativos ao nível de 1%, evidenciando uma alta variação entre as espécies, com respeito a densidade da madeira. Dentre os autores que detectaram essa variabilidade, cabe destacar os resultados obtidos para *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. propinqua* por FERREIRA e KAGEYAMA (1978).

A elevada precisão do experimento, ao se analisar a densidade da madeira, pode ser verificada pelo baixo valor do coeficiente de variação, associado ao elevado valor de F.

Dentre as espécies, o *E. citriodora* e *E. maculata* apresentaram maiores valores de densidade básica da madeira, diferindo estatisticamente entre si e das demais espécies para Uberaba e Viçosa. Para Paraopeba, da mesma forma, o *E. citriodora* foi a espécie com maior densidade básica, sendo que *E. maculata*, *E. camaldulensis*, *E. microcorys* e *E. propinqua* não diferiram entre si.

Tabela 8. Médias das densidades básicas das espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises de variância entre espécies, posições relativas em densidades básica e teste de Duncan.

Espécies	Localidades								
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa				
	\overline{Db} g/cm ³	PR	\overline{Db} g/cm ³	PR	\overline{Db} g/cm ³	PR			
<i>E. camaldulensis</i>	0,612	cd (I)	4	0,660	b	5	0,581	c	3
<i>E. citriodora</i>	0,710	a	1	0,716	a	1	0,649	a	1
<i>E. cloeziana</i>	0,605	cde	5	0,670	b	2	0,578	c	4
<i>E. grandis</i>	0,502		h 12	0,541	ef	11	0,456		g 12
<i>E. maculata</i>	0,650	b	2	0,663	b	4	0,617	b	2
<i>E. microcorys</i>	0,614	c	3	0,665	b	3	0,546	de	6
<i>E. pellita</i>	0,590	e	7	0,606	c	8	0,534	e	7
<i>E. pilularis</i>	0,546	fg	9	0,598	cd	9	0,526	e	9
<i>E. propinqua</i>	0,593	de	6	0,651	b	6	0,567	cd	5
<i>E. saligna</i>	0,504		h 11	0,525	f	12	0,481	f	11
<i>E. tereticornis</i>	0,559	f	8	0,610	c	7	0,533	e	8
<i>E. urophylla</i>	0,530	g	10	0,570	de	10	0,486	f	10
Média	0,584			0,623			0,546		
Teste "F"	86,57**			26,37**			60,09**		
Coefficiente de variação (%)	1,62			2,55			1,88		

\overline{Db} = Densidade básica média em g/cm³;

PR = Posição relativa para densidade básica da madeira.

(I) = Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%;

** Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F.

A elevada densidade básica da madeira de *E. citriodora*, com médias variando de 0,649 a 0,710 g/cm³ foi, também, detectada por inúmeros autores, destacando-se FERREIRA *et alii* (1978), FERREIRA e KAGEYAMA (1978), NAHUZ *et alii* (1980) e CUNHA *et alii* (1982). Outras espécies de eucalipto que apresentaram maiores valores de densidade foram *E. maculata*, variando de (0,617 a 0,663 g/cm³), *E. camaldulensis* (0,578 e 0,670 g/cm³) e *E. microcorys* (0,546 a 0,665 g/cm³). Essas variações são grandemente influenciadas pelo local, o que tem sido destacado por vários autores. Um melhor detalhamento desses aspectos será conduzido quando da análise conjunta das características (item 4.3).

Os resultados das médias das porcentagens de sobrevivência, apresentados na Tabela 9, evidenciam que, de um modo geral, não houve diferença significativa entre as espécies.

Em Uberaba, apesar da significância observada para o teste F ao nível de 5%, verificou-se que seu valor é relativamente baixo, indicando que as conclusões da comparação do teste de médias devem ser tomadas com as devidas cautelas. Nesse local, algumas espécies obtiveram elevados índices de sobrevivência (*E. urophylla*, *E. pellita*, *E. saligna*), enquanto outras apresentaram menores índices (*E. microcorys*, *E. camaldulensis*).

Em Paraopeba e Viçosa, não houve significância para o teste F, porém, destacaram-se *E. cloeziana*, *E. urophylla*, *E. citriodora* e *E. propinqua*, para o primeiro local e para o segundo, *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. pellita* e *E. cloeziana*.

Tabela 9. Médias das porcentagens de sobrevivência das espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade, nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises de variâncias entre as espécies, posições relativas em % de sobrevivência e teste de Duncan.

Espécies	Localidades						
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa		
	S (%) (I)	PR	S (%)	PR	S (%)	PR	
<i>E. camaldulensis</i>	78	cd ^(II)	8	80	6	66	8
<i>E. citriodora</i>	86	bc	5	86	3	98	1
<i>E. cloeziana</i>	86	bc	5	98	1	94	3
<i>E. grandis</i>	84	cd	6	82	5	96	2
<i>E. maculata</i>	84	cd	6	68	9	94	3
<i>E. microconys</i>	60	d	9	82	5	82	6
<i>E. pellita</i>	98	ab	2	84	4	92	4
<i>E. pilularis</i>	86	c	5	84	4	88	5
<i>E. propingua</i>	90	bc	4	86	3	92	4
<i>E. saligna</i>	92	abc	3	78	7	72	7
<i>E. tereticornis</i>	82	c	7	70	8	82	6
<i>E. urophylla</i>	100	a	1	92	7	88	5
Média	85,50		82,50		87,00		
Teste "F"	3,69*		1,88 NS		1,32 NS		
Coefficiente de variação (%)	10,44		11,64		13,50		

S (%) = Médias das porcentagens de sobrevivência;

PR = Posição relativa para sobrevivência;

(I) = Para efeito de análise estatística os dados de porcentagem foram transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{P/100}$;

(II) = Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%;

NS = não significativo;

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F;

* = diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste F.

Com respeito aos diferentes locais, as médias das porcentagens de sobrevivência não variaram entre si. Cabe destacar que, os valores de sobrevivência são dependentes das condições do solo e do clima na época da instalação dos ensaios, refletindo em menor ou maior pegamento das plantas. Posteriormente, a manutenção de práticas silviculturais mantém o crescimento e desenvolvimento das plantas. Além desses aspectos, cabe citar que as espécies testadas são de origem subtropical e tropical e segundo GOLFARI (1975), são aptas para utilização em reflorestamentos. Algumas das espécies testadas têm sido plantadas a nível comercial e experimental em vários locais.

Os resultados obtidos para espessura da casca (Tabela 10) mostraram uma variação bastante ampla entre as espécies, para uma mesma localidade. De um modo geral, verificaram-se que as espécies, independentemente do local, mantiveram a mesma posição relativa, indicando que a espessura da casca constitui-se em característica intrínseca da espécie.

Em Uberaba, Paraopeba e Viçosa o *E. cloeziana* apresentou a casca mais espessa, com valores de 2,14; 1,74 e 1,74 cm, respectivamente, diferindo significativamente das demais espécies pelo teste de Duncan a 5%, dentro de cada local. As menores espessuras de casca foram observadas para o *E. grandis*, *E. maculata*, *E. citriodora*, *E. propinqua* e *E. urophylla* dentre outras.

Apesar da importância da espessura da casca, são poucos os trabalhos na literatura que analisam essa característica. Sua influência na qualidade da celulose e papel foi enfatizada por BARRICHELO e BRITO (1976), sendo que as espécies mais comumente plantadas, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. ca*

Tabela 10. Médias das espessuras de casca das espécies de eucalipto, aos 7,5 anos de idade nos locais: Uberaba, Paraopeba e Viçosa (MG). Resultados das análises de variância entre espécies, posições relativas em espessura da casca e teste de Duncan.

Espécies	Localidades					
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa	
	<u>Esp. casca</u> (cm)	PR	<u>Esp. casca</u> (cm)	PR	<u>Esp. casca</u> (cm)	PR
<i>E. camaldulensis</i>	0,77 bcd (I)	4	0,66 cd	4	0,38 cd	8
<i>E. citriodora</i>	0,37 fg	11	0,42 ef	11	0,28 d	10
<i>E. cloeziana</i>	2,15 a	1	1,74 a	1	1,74 a	1
<i>E. grandis</i>	0,47 defg	9	0,37 f	12	0,22 d	12
<i>E. maculata</i>	0,31 g	12	0,52 def	6	0,23 d	11
<i>E. microcorys</i>	0,64 bcdef	7	0,46 def	9	0,53 bcd	6
<i>E. pellita</i>	0,78 bc	3	1,02 b	2	0,85 b	2
<i>E. pilularis</i>	0,71 bcd	5	0,47 def	8	0,74 bc	4
<i>E. propinqua</i>	0,41 efg	10	0,50 def	7	0,29 d	9
<i>E. saligna</i>	0,69 bcde	6	0,81 bc	3	0,54 bcd	5
<i>E. tereticornis</i>	0,83 b	2	0,62 cde	5	0,81 b	3
<i>E. urophylla</i>	0,52 cdefg	8	0,45 def	10	0,39 cd	7
Média	0,72		0,67		0,58	
Teste "F"	25,70**		29,38**		11,49**	
Coefficiente de variação (%)	18,58		14,87		30,35	

Esp. casca = Médias de espessura da casca em centímetros;

PR = Posição relativa para espessura da casca.

(I) = Médias seguidas pelas mesmas letras, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%;

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F.

maldulensis e *E. urophylla*, foram as que apresentaram, relativamente, menor espessura da casca (Tabela 10).

A elevada porcentagem de casca do *E. cloeziana* foi verificada por GUIMARÃES *et alii* (1983), concluindo que em plantios sob regime de curta duração, as árvores produziram quantidade de casca semelhante a de madeira. O mesmo foi observado por BUSNARDO *et alii* (1978) ao estudarem comparativamente a qualidade da madeira dessa espécie, em comparação com outras de origem tropical.

Dentre as localidades, Viçosa foi a que apresentou, em média, a menor espessura de casca, enquanto que Paraopeba a maior espessura, evidenciando um efeito do local. Nesse aspecto, não foram encontradas informações na literatura, havendo assim necessidade de pesquisas para verificar a influência do ambiente na espessura da casca de espécies de eucalipto, dada a extensão dos reflorestamentos com espécies do gênero e a importância da casca sob o aspecto de produtividade de madeira.

Verifica-se nas espécies de cerrado e regiões secas, em geral, uma maior espessura da casca, que, segundo alguns autores, seria uma adaptação para proteção ao fogo. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem uma variação na espessura da casca em função da taxa de crescimento.

4.3. Resultados das análises das variâncias conjuntas para características e locais, aos 7,5 anos de idade

Os resultados da análise conjunta para os três locais, envolvendo as características silviculturais e densi-

dade da madeira, são apresentados nas Tabelas 11 e 12.

A análise da Tabela 11 evidenciou uma significância para o teste F, ao nível de 1% para tratamentos (espécies), para todas as características. O detalhamento dessas significâncias foi conduzido quando da discussão dos resultados das análises individuais (item 4.2).

Com respeito ao teste F para locais, detectaram-se diferenças significativas entre os locais ao nível de 1%, para todas as características, com exceção da sobrevivência. A interpretação dessas significâncias é melhor compreendida através da análise conjunta para locais (Tabela 12) a ser discutida posteriormente.

Os valores de F, para a interação espécies x locais, apresentaram significâncias ao nível de 1% para altura das plantas e densidade básica da madeira, não apresentando significância para as demais características envolvidas. As significâncias encontradas indicam que a altura e densidade básica da madeira apresentam uma certa instabilidade, ou seja, variam em função do local. Entretanto, cabe salientar que os valores de F foram pouco expressivos. As variações de altura podem ser visualizadas, também, através das Figuras 1, 3 e 5 (item 4.1). Esse comportamento das espécies nos três locais pode ser interpretado como uma expressão diferencial dos materiais genéticos de local para local que estaria incluída na interação de tratamentos por locais (VENCOSKY, 1978).

Os valores dos coeficientes de variação da análise conjunta são próximos aos das análises individuais, evidenciando a precisão das análises exceto para a espessura

Tabela 11. Média das características de crescimento, sobrevivência, densidade básica e espessura da casca, análise conjunta de variância para locais, posições relativas e teste de Duncan, para as espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade.

Espécies	Características														
	Altura média (m)		DAP (cm)		Densidade básica (g/cm ³)		Sobrevivência (%)		Espessura da casca (cm)						
	\bar{x} (I)	PR	\bar{x}	PR	\bar{x}	PR	\bar{x} (II)	PR	\bar{x}	PR					
<i>E. camaldulensis</i>	16,41	bcd	6	12,68	bc	7	0,617	c	3	75,1	c	12	0,60	cde	6
<i>E. citriodora</i>	15,93	bcd	7	12,49	c	9	0,692	a	1	92,0	ab	4	0,36	f	10
<i>E. cloeziana</i>	17,77	abc	3	12,82	a	2	0,617	c	4	94,3	a	3	1,88	a	1
<i>E. grandis</i>	21,20	a	1	16,20	a	1	0,499	f	12	96,3	abc	5	0,35	f	12
<i>E. maculata</i>	14,20	cd	10	12,63	bc	8	0,643	b	2	83,4	abc	9	0,35	f	11
<i>E. microcorys</i>	13,49	d	12	12,20	bc	12	0,608	c	5	76,8	bc	11	0,54	cdef	7
<i>E. pellita</i>	13,97	cd	11	12,84	bc	6	0,576	d	7	94,3	a	2	0,88	b	2
<i>E. pilularis</i>	18,38	ab	2	14,21	abc	4	0,556	d	9	86,1	abc	8	0,64	cd	5
<i>E. propinqua</i>	15,91	bcd	8	12,45	c	10	0,604	c	6	89,6	abc	6	0,40	ef	9
<i>E. saligna</i>	17,57	abc	4	15,08	ab	3	0,503	f	11	88,0	abc	7	0,68	bc	4
<i>E. taraticornis</i>	15,88	bcd	9	12,33	c	11	0,567	d	8	79,8	bc	10	0,75	bc	3
<i>E. urophylla</i>	16,51	bcd	5	12,86	bc	5	0,529	e	10	95,5	a	1	0,45	def	8
Média	16,43			13,48			0,584			87,1			0,66		
Teste "F" para tratamentos	5,96**			4,872**			131,720**			3,087**			53,14**		
Teste "F" para locais	125,01**			27,006**			235,63**			3,039 NS			5,24**		
Teste "F" para Trat. x locais	2,47**			2,27 NS			2,64**			1,561 NS			1,60 NS		
coeficiente de variação (%)	13,01			11,93			2,09			11,99			21,35		

\bar{x} = Médias das características das 3 localidades para análise conjunta;

(I) = Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%;

(II) = Para efeito de análise estatística os dados de sobrevivência foram transformados em $\text{arc. sen } \sqrt{P/100}$;

PR = Posição relativa em altura, DAP, densidade básica, sobrevivência e espessura da casca.

NS = Não significativo;

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F.

Tabela 12. Médias das características de crescimento e sobrevivência das doze espécies de eucalipto, para os três locais. Resultados das análises de variância conjunta, posições relativas das localidades e teste de Duncan.

Locais	Características																
	\bar{Y} (l)	PR	\bar{Y}	PR	\bar{Y}	DAP (cm)	PR	\bar{Y}	Densidade básica (g/cm ³)	PR	\bar{Y}	Sobrevivência (%)	PR	\bar{Y}	PR	Espeçura da casca (cm)	
Viçosa	20,49A	1	15,02A	1	0,546	C	3	87,0	1	0,58	B	3					
Uberaba	17,81 B	2	14,04A	2	0,584	B	2	85,5	2	0,72A	1						
Paraopeba	11,01 C	3	11,39 B	3	0,623A	1	82,5	3	0,67AB	2							
Media	16,43		13,48		0,584		85,0										
Teste "F" para locais = 125,01**			27,006**		235,63**		3,039NS										5,84**

\bar{Y} = Médias das características dos 3 locais para análise conjunta;

\bar{H} = Altura média em metros;

DAP = Diâmetro à altura do peito em centímetros;

(l) = Médias seguidas pelas mesmas letras em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%;

PR = Posição relativa das características em relação aos locais;

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste F;

NS = Não significativo.

da casca, que se mostraram mais elevados (Tabela 10).

Com base nos resultados obtidos na análise conjunta das características envolvidas, verifica-se a necessidade da instalação de ensaios, em diferentes locais, quando visa-se recomendar a utilização de espécies potenciais para reflorestamento, em diferentes regiões bioclimáticas.

A análise da Tabela 12 demonstra, conforme verificado na Tabela 11, uma significância para valores de F , ao nível de 1% entre locais, para todas as características, exceto para sobrevivência.

Com respeito à altura das plantas, verificou-se que Viçosa, Uberaba e Paraopeba apresentaram valores decrescentes, a saber, 20,5, 17,8 e 11,0 m, respectivamente, diferindo entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Para o diâmetro das plantas, em Viçosa e Uberaba os valores de DAP não diferiram entre si, diferindo, porém, com o de Paraopeba. Nos dois primeiros locais o DAP foi maior do que em Paraopeba.

A densidade básica da madeira diferiu estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5% para os três locais, onde a maior média foi obtida em Paraopeba, seguindo-se Uberaba e Viçosa, sendo inversamente proporcional a taxa de crescimento.

A espessura da casca diferiu entre Viçosa e Uberaba, não diferindo entre Viçosa e Paraopeba e entre Uberaba e Paraopeba. Convém salientar que o valor de F foi, apesar da significância, relativamente baixo, o que leva a crer que essa característica, apesar da influência do local, está mais sujeita a erros experimentais e de determinação, confor-

me demonstram os elevados coeficientes de variação das análises individuais (Tabela 10).

Visualizou-se que, em termos médios, no local de maior crescimento em altura e diâmetro, correspondendo ao local de solo mais fértil (Viçosa), a densidade básica média da madeira foi menor. Ao contrário, o menor crescimento em altura e diâmetro (Paraopeba) correspondeu ao local de menor fertilidade, apresentando a maior densidade básica média da madeira.

Esse aspecto tem sido discutido intensamente por diversos autores. Alguns autores afirmam que, em termos médios, maiores taxas de crescimento levam a produção de madeira de menor densidade. Salientam-se os trabalhos conduzidos por Susmel (1952, 1953, 1954), citado por BRASIL (1972), relatando que a madeira mais densa em *E. camaldulensis* ocorreu em solos menos férteis, na Itália. Em nossas condições, BRASIL e FERREIRA (1971) encontraram para madeira de *E. alba*, *E. saligna* e *E. grandis* densidade básica menos elevada em regiões de solos mais férteis.

Esses resultados vêm reafirmar os obtidos por FERREIRA (1973) e FERREIRA e KAGEYAMA (1978), que estudando a variação da densidade básica média para *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. propinqua*, verificaram uma tendência para produção de madeira mais densa na região onde as condições de crescimento foram inferiores. Resultados semelhantes foram encontrados por BRASIL (1979), com *E. propinqua*, aos 5 anos de idade.

4.4. Modelos de regressão e correlação da densidade básica da madeira com altura, DAP, volume cilíndrico e espessura da casca

As correlações entre a densidade básica da madeira ao nível de DAP e as características silviculturais (altura, diâmetro, espessura da casca e volume cilíndrico), das espécies de eucalipto, em Uberaba, Paraopeba e Viçosa, são apresentadas nas Tabelas 13 a 16. São, também, apresentados os modelos de regressão que melhor expressaram a correlação entre a densidade e as características avaliadas.

Pela análise da Tabela 13, verificou-se que a característica altura está fracamente correlacionada com a densidade básica para todos os locais. A maioria das espécies apresentou correlações não significativas, exceto para *E. microcorys*, *E. citriodora*, *E. tereticornis* em Uberaba; *E. cloeziana* e *E. urophylla* em Paraopeba; *E. grandis* em Viçosa.

A característica diâmetro (DAP) apresenta, também, de modo geral, uma baixa correlação com a densidade básica da madeira, tendo em vista os valores dos coeficientes de correlação (r) apresentados na Tabela 14. A maioria das espécies de eucaliptos apresentou correlações não significativas, exceto para *E. microcorys* e *E. tereticornis* em Uberaba; *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana* em Paraopeba; *E. grandis* em Viçosa.

Os resultados obtidos mostraram-se concordantes com os apresentados na literatura para folhosas. A inexistência de correlação entre a densidade básica ao nível do DAP com altura e diâmetro foi verificada por inúmeros autores. Destacam-se os trabalhos de FERREIRA (1968), onde a densidade da madeira de *E. alba* não foi função direta ou inversa

do vigor da árvore; BRASIL (1972) não encontrou correlação entre densidade básica com DAP e altura, em *E. propinqua* aos 5 anos de idade; TAYLOR (1972), BRASIL *et alii* (1979) e VITAL e DELLA LUCIA (1980) não verificaram para *E. grandis*, correlação entre a taxa de crescimento e densidade básica da madeira.

Entretanto, CARPIM e BARRICHELO (1983) encontraram correlações positivas significativas entre a densidade básica com DAP e altura para 2 de 3 procedências de *E. dunnii*, 3 de 7 procedências de *E. grandis* e 4 de 6 procedências de *E. saligna*. Porém, vale ressaltar que apesar da significância, os valores encontrados para os coeficientes de correlação (r) foram relativamente baixos.

Pela análise da Tabela 15, observa-se que para a maioria das espécies não houve correlação significativa entre densidade básica da madeira e espessura da casca, exceto para *E. camaldulensis*, *E. cloeziana* e *E. propinqua* em Paraopeba e *E. camaldulensis* em Viçosa.

Para o volume cilíndrico das espécies de eucaliptos (Tabela 16), os coeficientes de correlação (r) revelaram que, de um modo geral, essa característica não está correlacionada com a densidade básica da madeira. Houve correlação significativa para *E. microcorys* e *E. tereticornis* em Uberaba; *E. camaldulensis*, *E. cloeziana* e *E. urophylla* em Paraopeba; *E. grandis* e *E. maculata* em Viçosa. No entanto, vale salientar, para todos os locais, que apesar dessas espécies apresentarem correlações significativas para densidade com volume cilíndrico, os coeficientes de correlação são pouco expressivos.

Tabela 13. Valores de r, a, b para os melhores modelos de regressão, para as espécies de eucalipto e locais, sen do x altura em (m) e y densidade básica da madeira em (g/cm³).

Espécies	Uberaba			Paraopeba			Viçosa		
	r	Modelo	a b	r	Modelo	a b	r	Modelo	a b
	<i>E. camaldulensis</i>	-0,26NS	(2)	0,6303 -0,2918	-0,15NS	(6)	-0,3935 -0,0617	0,47NS	(1)
<i>E. citriodora</i>	-0,61*	(5)	-0,1407 -3,4305	0,49NS	(1)	0,6600 0,0053	-0,25NS	(5)	-0,3890 -0,7727
<i>E. cloeziana</i>	-0,05NS	(6)	-0,4873 -0,0008	0,56*	(6)	-0,5390 0,0106	0,43NS	(1)	0,5076 0,0034
<i>E. grandis</i>	0,14NS	(2)	0,4687 0,7587	-0,29NS	(5)	-0,5257 -1,4409	0,57*	(1)	0,4198 0,0015
<i>E. maculata</i>	-0,13NS	(5)	-0,3908 -0,6244	0,50NS	(5)	-0,3671 -0,3839	-0,37NS	(6)	-0,4353 -0,0029
<i>E. microcorys</i>	0,73*	(3)	-0,9976 0,1922	-0,37NS	(1)	0,6696 -0,0045	0,37NS	(5)	-0,5241 -1,3142
<i>E. pellita</i>	0,09NS	(6)	-0,5404 0,0010	-0,48NS	(5)	-0,4039 -0,7397	-0,27NS	(5)	-0,5124 -2,2526
<i>E. pilularis</i>	-0,07NS	(2)	0,5666 -0,4120	0,09NS	(1)	0,5865 0,0015	-0,29NS	(5)	-0,5778 -1,6702
<i>E. prostrata</i>	-0,23NS	(5)	-0,4766 -0,8249	-0,26NS	(5)	-0,3961 -0,3403	0,40NS	(6)	-0,6487 0,0045
<i>E. saligna</i>	-0,30NS	(5)	-0,6416 -0,7362	-0,07NS	(2)	0,5307 -0,0574	0,05NS	(5)	-0,7401 0,1573
<i>E. tereticornis</i>	0,51*	(6)	-0,7449 0,0094	0,06NS	(1)	0,6014 0,0009	0,19NS	(6)	-0,6691 0,0018
<i>E. urophylla</i>	-0,03NS	(2)	0,5352 -0,1462	-0,56*	(5)	-0,4452 -1,1960	-0,17NS	(2)	0,5144 -0,5516

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogarítmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica. $\log(Y) = a + bx$.

* = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste \bar{t} .
 NS = Não significativo;
 a = coeficiente de intercepto da equação;
 b = coeficiente angular;
 r = coeficiente de correlação.

Tabela 14. Valores de r, a, b para os melhores modelos de regressão para as espécies de eucalipto e locais, sendo \bar{z} DAP em (cm) e γ densidade básica da madeira em (g/cm³)

Espécies	Locais			Uberaba			Parapoeba			Viçosa			
	r	Modelo	b	a	b	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b
<i>E. camaldulensis</i>	-0,21NS	(2)	0,6293	-0,2166	0,63*	(1)	0,7049	-0,0038	0,49NS	(1)	0,5205	0,0051	
<i>E. citriodora</i>	-0,29NS	(5)	-0,2687	-0,9010	0,28NS	(1)	0,6918	0,0023	-0,26NS	(5)	-0,3876	-0,5852	
<i>E. cloeziana</i>	-0,28NS	(6)	-0,4194	-0,0047	0,59*	(6)	-0,5089	0,0084	0,39NS	(1)	0,5252	0,0031	
<i>E. grandis</i>	0,07NS	(6)	-0,7194	0,0015	-0,43NS	(5)	-0,5385	-1,0973	0,61**	(4)	0,3323	0,0444	
<i>E. maculata</i>	-0,13NS	(5)	-0,4009	-0,3703	-0,42NS	(5)	-0,3659	-0,5027	-0,44NS	(6)	-0,4077	-0,8056	
<i>E. microcephala</i>	0,77**	(3)	-1,1073	0,2392	0,01NS	(2)	0,6238	0,0174	-0,30NS	(5)	-0,5345	-0,5517	
<i>E. pellita</i>	0,19NS	(6)	-0,5548	0,0024	-0,46NS	(5)	-0,3665	-1,6968	-0,19NS	(2)	0,5641	-0,4082	
<i>E. pitulalis</i>	0,12NS	(6)	-0,6475	0,0026	0,43NS	(1)	0,5344	0,0066	0,28NS	(3)	-0,8169	0,0609	
<i>E. prostrata</i>	-0,27NS	(5)	-0,4638	-0,7182	-0,16NS	(2)	0,6649	-0,1472	0,36NS	(6)	-0,6511	0,0364	
<i>E. taguina</i>	-0,29NS	(5)	-0,6484	-0,5043	-0,08NS	(2)	0,5319	-0,0832	-0,13NS	(6)	-0,7035	-0,0017	
<i>E. tetracornis</i>	-0,52*	(5)	-0,4764	-1,3219	0,03NS	(1)	0,6039	0,0007	0,34NS	(3)	-0,9555	0,1186	
<i>E. urophylla</i>	-0,17NS	(1)	0,5537	-0,0018	0,54*	(4)	0,3653	0,0888	-0,29NS	(6)	-0,6098	-0,0079	

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogaritmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogaritmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologaritmica $\log(Y) = a + bx$.

* = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste t.

NS = Não significativa;

a = coeficiente de intercepto da equação;

b = coeficiente angular;

r = coeficiente de correlação.

Tabela 15: Valores de x, a, b para os melhores modelos de regressão para as espécies de eucalipto e locéis, sen- do \bar{x} espessura da casca em (cm) e \bar{Y} densidade básica da madeira em (g/cm³).

Espécies	Locais											
	Uberaba			Paraopeba			Viçosa					
	x	Modelo	a	b	x	Modelo	a	b	x	Modelo	a	b
<i>E. camaldunensis</i>	-0,25NS	(6)	-0,4611	-0,0402	-0,64*	(6)	-0,3454	-0,1102	0,74**	(1)	0,5236	0,1427
<i>E. citriodora</i>	0,03NS	(1)	0,7048	0,0095	0,17NS	(1)	0,7053	0,0261	0,33NS	(6)	-0,5129	0,3393
<i>E. cloeziana</i>	0,05NS	(1)	0,5960	0,0042	0,64**	(6)	-0,5140	0,0652	0,22NS	(5)	-0,5862	0,0567
<i>E. grandis</i>	0,34NS	(1)	0,4825	0,0450	0,04NS	(3)	-0,6325	-0,0060	-0,39**S	(2)	0,4791	-0,0046
<i>E. maculata</i>	-0,33NS	(1)	0,7008	-0,1635	0,41NS	(1)	0,6422	0,0371	-0,19NS	(1)	0,6340	-0,0783
<i>E. michocorys</i>	0,24NS	(6)	-0,5218	0,0535	0,11NS	(1)	0,6134	0,0267	-0,20NS	(5)	-0,5596	-0,0247
<i>E. pellita</i>	-0,31NS	(5)	-0,4932	-0,0229	0,29NS	(6)	-0,5816	0,0683	-0,16NS	(2)	0,5491	-0,0102
<i>E. pitulicaris</i>	0,17NS	(3)	-0,5920	0,0442	0,50NS	(5)	-0,5877	0,0311	-0,14NS	(2)	0,5403	-0,0097
<i>E. propinqua</i>	0,10NS	(4)	0,6194	0,0184	-0,60*	(4)	0,6079	-0,0607	-0,42NS	(5)	-0,4830	-0,0230
<i>E. saligna</i>	-0,23NS	(5)	-0,6377	-0,0316	-0,52NS	(5)	-0,5584	-0,0624	-0,35NS	(6)	-0,6902	-0,0787
<i>E. tetraconmis</i>	0,46NS	(3)	-0,5694	0,0601	0,11NS	(1)	0,5924	0,0274	0,33NS	(3)	-0,6168	0,0467
<i>E. utrophylla</i>	-0,21NS	(2)	0,5548	-0,0136	-0,17NS	(2)	0,5953	-0,0102	-0,17NS	(2)	0,5016	-0,0053

Modelo de equação de regressão: (1) linear $Y = a + bx$; (2) hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogaritmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogaritmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologaritmica $\log(Y) = a + bx$.

- * = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste \bar{t} ;
- ** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste \bar{t} .
- NS = Não significativo;
- a = coeficiente de intercepto da equação;
- b = coeficiente angular;
- x = coeficiente de correlação.

Tabela 16. Valores de r, a, b para os melhores modelos de regressão para as espécies de eucalipto e locais, ser- do x densidade básica da madeira em (g/cm³) e y volume cilíndrico em (dm³).

Espécies	Locais											
	Uberaba		Paraopeba		Viçosa							
	r	Modelo	a	b	r	Modelo	a	b				
<i>E. camaldulensis</i>	0,20NS	(6)	1,4448	6,6071	0,61*	(2)	-2126,77	1536,41	0,54NS	(1)	-1413,22	2795,99
<i>E. citricarpa</i>	-0,36NS	(5)	9,0178	-2,6413	0,41NS	(1)	-919,38	1447,64	-0,18NS	(5)	8,6070	-1,8960
<i>E. cloeziana</i>	0,23NS	(2)	-494,60	613,22	-0,62**	(5)	14,4446	-6,2806	0,44NS	(1)	-2367,51	4961,21
<i>E. grandis</i>	-0,09NS	(2)	1058,51	-211,26	-0,37NS	(5)	10,1988	-2,6327	0,61**	(6)	-6,5360	27,8801
<i>E. maculata</i>	-0,11NS	(1)	451,11	-376,22	-0,40NS	(5)	16,1283	-7,6371	0,57*	(2)	-2371,37	1669,13
<i>E. macrocarpa</i>	-0,82**	(5)	13,1564	-4,8249	-0,18NS	(1)	242,54	-261,13	-0,27NS	(5)	8,6795	-1,7989
<i>E. pellita</i>	-0,22NS	(2)	874,64	-421,14	-0,55NS	(5)	9,7392	-3,1424	-0,23NS	(5)	7,7559	-1,0426
<i>E. pilularis</i>	-0,11NS	(2)	734,45	-190,78	0,35NS	(6)	0,1657	6,5265	-0,29NS	(5)	1032,40	-2,0461
<i>E. propinqua</i>	-0,25NS	(5)	8,3659	-1,7572	-0,18NS	(5)	8,2722	-2,3435	0,42NS	(1)	-1129,14	2482,60
<i>E. saligna</i>	-0,21NS	(1)	1592,19	-2363,21	0,06NS	(6)	3,4594	2,4218	0,10NS	(2)	-65,9177	319,76
<i>E. tecticornis</i>	-0,54*	(5)	11,5324	-3,4872	0,06NS	(1)	19,0017	63,0286	-0,30NS	(2)	1841,75	-735,03
<i>E. urophylla</i>	-0,14NS	(1)	785,74	-834,29	-0,62*	(5)	11,0359	-3,7419	0,31NS	(2)	-350,04	345,09

Modelo de equação de regressão: (1) Linear $Y = a + bx$; (2) Hiperbólica $Y = a + b/x$; (3) Bilogarítmica $\log(Y) = a + b \log(x)$; (4) Semilogarítmica $Y = a + b \log(x)$; (5) Log. inversa $\log(Y) = a + b(1/x)$; (6) Monologarítmica $\log(Y) = a + bx$.

- * = Diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t;
- ** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste t;
- NS = Não significativo;
- a = coeficiente de intercepto da equação;
- b = coeficiente angular;
- r = coeficiente de correlação.

4.5. Estimativa da produtividade das espécies de eucalipto em Uberaba, Paraopeba e Viçosa - MG, aos 7,5 anos de idade

A produtividade das espécies de eucalipto, expressa pelo volume e massa de madeira sem casca, para os três locais, é apresentada nas Tabelas 17 a 19 e Figuras 7 a 9.

Em Uberaba (Tabela 17; Figura 7) a média geral do ensaio para produtividade em volume e massa foi de 160,94 m³/ha e 91,44 t/ha, respectivamente. O *E. grandis* apresentou a maior produtividade em volume (321,149 m³/ha), representando aproximadamente 100% acima da média, enquanto o *E. cloeziana* apresentou maior produtividade em massa (166,680 t/ha), representando 82% acima da média. Salienta-se que entre essas espécies a diferença em volume foi de 16,5%, sendo que para a massa a diferença foi de apenas 3,4%. Isto se deve ao fato de *E. cloeziana* possuir uma maior densidade básica da madeira, além de apresentar uma excelente sobrevivência no ensaio. O *E. pilularis*, *E. saligna* e *E. urophylla* formaram um segundo grupo de espécies, com produtividade em volume e massa acima da média do ensaio, apresentando, entretanto, valores relativamente mais baixos quando comparados aos obtidos para *E. grandis* e *E. cloeziana*.

As espécies *E. tereticornis*, *E. maculata*, *E. microcorys* e *E. pellita* apresentaram as mais baixas produtividades em volume (valores inferiores a 100 m³/ha) e massa (abaixo de 70 t/ha). Portanto, essas espécies/procedências demonstraram ter menor potencialidade em relação às demais, para essa localidade.

Tabela 17. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade de básica da madeira de doze espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade, em Uberaba - MG.

Espécies	Nº de plantas ⁺	Sobrevivência (%)	Volume médio de madeira s/casca (m ³ /ha)	Densidade básica média (kg/m ³)	massa média de madeira sem casca (t/ha)
<i>E. grandis</i>	15	83	321,149	502	161,216
<i>E. cloeziana</i>	18	100	273,505	605	166,680
<i>E. pilularis</i>	17	94	223,890	546	122,243
<i>E. saligna</i>	15	83	109,312	504	105,493
<i>E. urophylla</i>	18	100	182,603	530	96,779
<i>E. camaldulensis</i>	13	72	137,751	612	84,303
<i>E. propinqua</i>	15	83	119,875	593	71,085
<i>E. citriodora</i>	16	88	105,943	710	75,219
<i>E. tereticornis</i>	15	83	99,343	559	55,532
<i>E. maculata</i>	16	88	95,763	650	62,245
<i>E. microcorvys</i>	11	61	81,563	614	50,079
<i>E. pellita</i>	17	94	78,631	590	46,392
Médias			160,944	584,6	91,44

+ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1 - E. grandis | 7 - E. propinqua |
| 2 - E. cloeziana | 8 - E. citriodora |
| 3 - E. pilularis | 9 - E. tereticornis |
| 4 - E. saligna | 10 - E. maculata |
| 5 - E. urophylla | 11 - E. microcoris |
| 6 - E. camaldulensis | 12 - E. pellita |

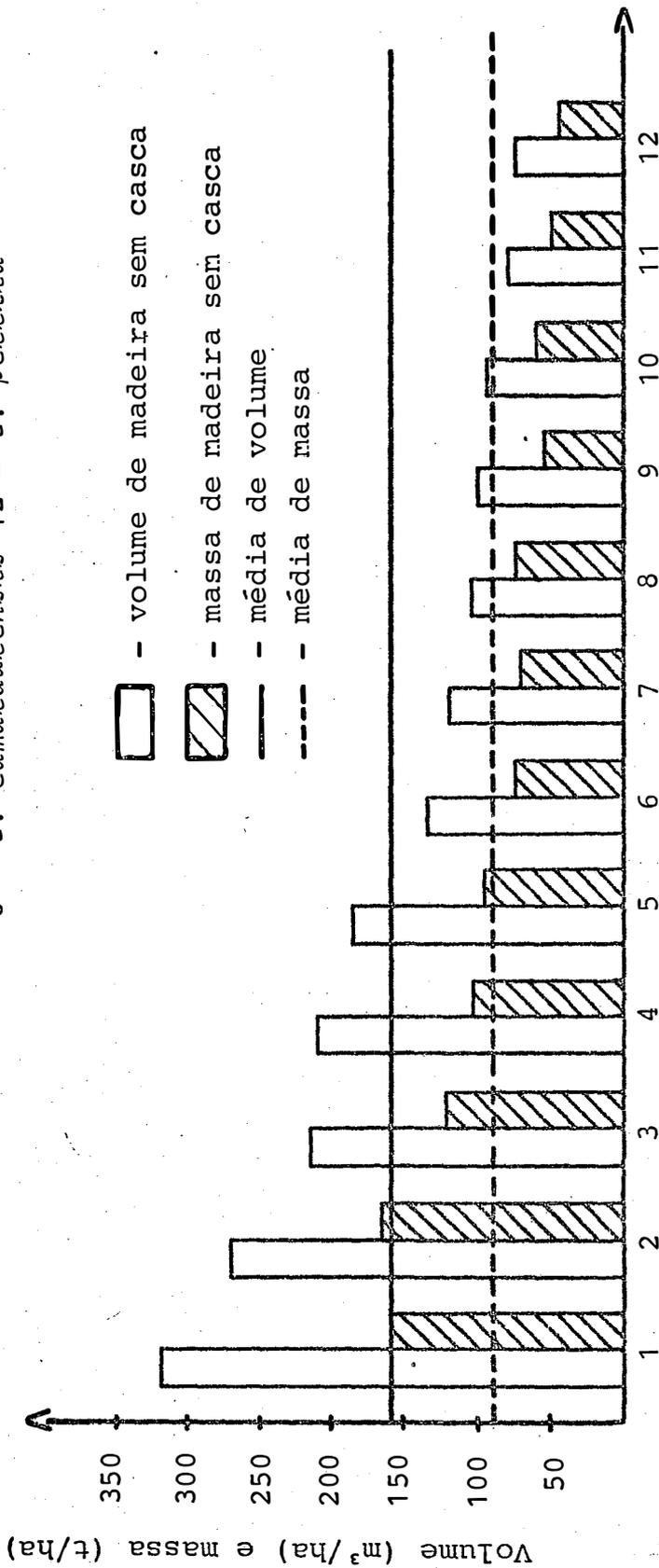


Figura 7 . Estimativa de produtividade em volume (m³) e massa (t) de madeira sem casca por hectare para as diferentes espécies de eucalipto, em Uberaba-MG.

Em Paraopeba (Tabela 18, Figura 8), a média geral do ensaio para produtividade em volume e massa foi de 57,272 m³/ha e 34,808 t/ha, respectivamente. Nessa localidade o *E. grandis* apresentou maior produtividade em volume (129,310 m³/ha) e em massa (69,180 t/ha), representando acima da média do ensaio, valores de 125% e 99%, respectivamente.

O *E. saligna*, *E. camaldulensis* e *E. cloeziana* apresentaram, também, produtividade em volume acima da média, embora com valores inferiores aos do *E. grandis*. Vale salientar que o *E. saligna* quando comparado com *E. camaldulensis* e *E. cloeziana*, apresentou um aumento em volume na ordem de 24% e uma diminuição em massa de 1,82 (0,94 t/ha) e 3,02% (1,53 t/ha), respectivamente. Para o *E. cloeziana*, a elevada densidade básica proporcionou uma maior produção em massa, compensando a menor produtividade de volume dessa espécie, além de apresentar uma alta porcentagem de sobrevivência.

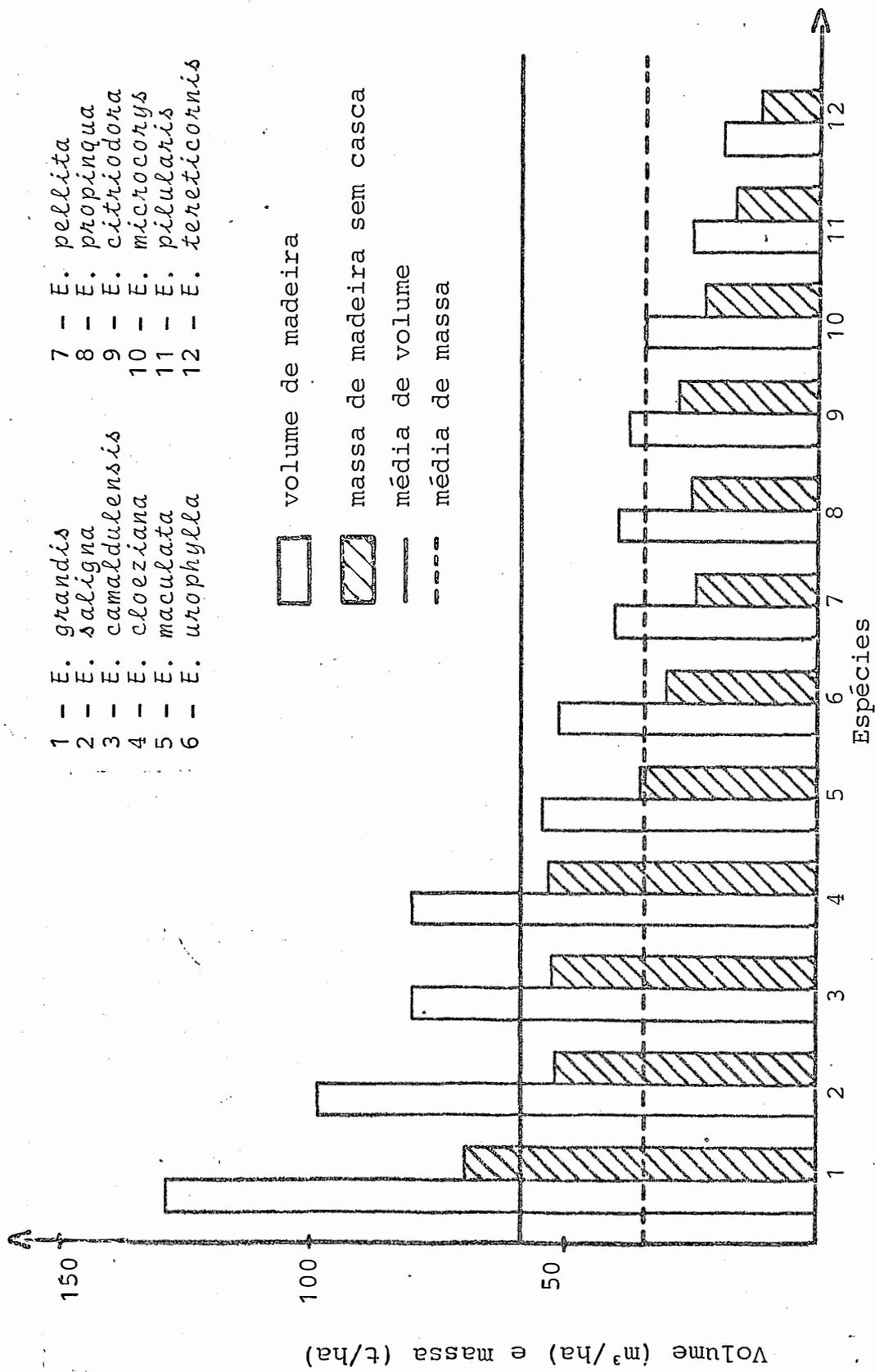
Em posição intermediária e abaixo da média do ensaio, situam-se o *E. propinqua* e *E. citriodora* com idênticas taxas de sobrevivência e valores próximos de produtividade volumétrica. Entretanto, o *E. citriodora* apresentou uma produtividade em massa 5,6% (1,43 t/ha) superior ao *E. propinqua*, em função de sua maior densidade básica (716 kg/m³). As espécies que apresentaram as menores produtividades em volume e massa foram *E. microcorys*, *E. pilularis* e *E. tereticornis*.

Em Viçosa (Tabela 19, Figura 9), a média geral do ensaio para produtividade em volume e massa foi de 218,98 m³/ha e 116,57 t/ha, respectivamente. Para esse local o *E. grandis* e *E. pilularis* apresentaram maiores produtividades em volume e massa respectivamente, representando 96 e 72% de su-

Tabela 18. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade básica da madeira de doze espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade, em Paraopeba - MG.

Espécies	Nº de plantas +	Sobrevivência (%)	Volume médio de madeira s/casca (m³/ha)	Densidade básica média (kg/m³)	massa média de madeira sem casca (t/ha)
<i>E. grandis</i>	14	78	129,310	535	69,180
<i>E. saligna</i>	13	72	98,359	525	51,638
<i>E. camaldulensis</i>	12	66	79,545	661	52,579
<i>E. cloeziana</i>	17	94	79,398	670	53,196
<i>E. maculata</i>	11	61	52,460	662	34,728
<i>E. urophylla</i>	16	88	51,827	570	29,541
<i>E. pellita</i>	12	66	40,422	606	24,495
<i>E. propinqua</i>	12	66	39,409	651	25,655
<i>E. citriodora</i>	12	66	37,836	716	27,090
<i>E. microcorys</i>	14	78	34,404	665	22,879
<i>E. pilularis</i>	12	66	25,107	598	15,013
<i>E. teteticornis</i>	12	66	19,187	610	11,704
Médias			57,272	622,4	34,808

+ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.



- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 - E. grandis | 7 - E. pellita |
| 2 - E. saligna | 8 - E. propinqua |
| 3 - E. camaldulensis | 9 - E. citriodora |
| 4 - E. cloeziana | 10 - E. microcoris |
| 5 - E. maculata | 11 - E. pilularis |
| 6 - E. urophylla | 12 - E. tereticornis |

Figura 8. Estimativa de produtividade em volume (m³) e massa (t) de madeira sem casca por hectare para as diferentes espécies de eucalipto, em Paraopeba-MG.

Tabela 19. Estimativa de volume e massa de madeira sem casca por hectare e densidade de básica da madeira de doze espécies de eucalipto aos 7,5 anos de idade, em Viçosa - MG.

Espécies	Nº de plantas ⁺	Sobrevivência (%)	Volume médio de madeira s/casca (m ³ /ha)	Densidade básica média (kg/m ³)	massa média de madeira sem casca (t/ha)
<i>E. grandis</i>	18	100	429,600	456	195,897
<i>E. pilularis</i>	15	83	380,838	526	200,321
<i>E. saligna</i>	16	88	333,645	481	160,483
<i>E. cloeziana</i>	17	94	239,011	578	138,148
<i>E. citriodora</i>	17	94	194,979	650	126,736
<i>E. tereticornis</i>	14	78	189,148	533	100,816
<i>E. pellita</i>	16	88	174,670	534	93,274
<i>E. maculata</i>	15	83	159,267	617	98,267
<i>E. propinqua</i>	18	100	157,548	567	89,329
<i>E. urophylla</i>	14	78	149,958	487	73,030
<i>E. microcorys</i>	14	78	134,927	546	73,670
<i>E. camaldulensis</i>	12	67	84,213	581	48,928
Médias			218,980	546	116,570

+ Valores correspondentes ao número total de plantas úteis das duas repetições.

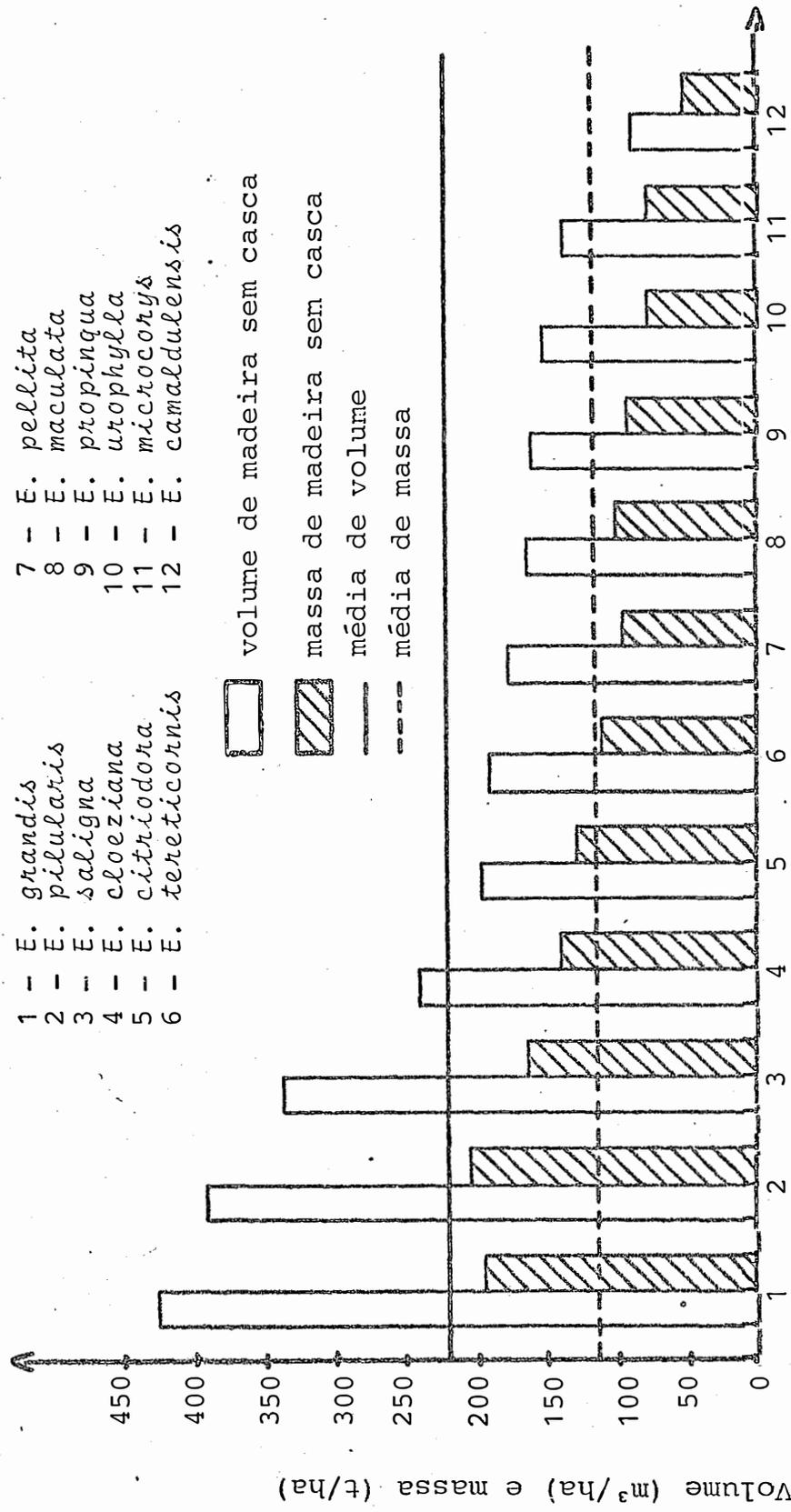


Figura 9. Estimativa de produtividade em volume (m³) e massa (t) de madeira sem casca por hectare para as diferentes espécies de eucalipto, em Viçosa

- MG.

perioridade em relação à média. Uma comparação entre essas duas espécies, evidenciou uma diferença em volume de 12,8% e de massa de apenas 2,25%, pois a densidade básica da madeira do *E. pilularis* é superior à do *E. grandis*, chegando a compensar a maior taxa de sobrevivência e a maior produção volumétrica dessa última espécie.

Um segundo grupo de espécies, com produtividade acima da média, foi constituído pelo *E. saligna* e *E. cloeziana*. As diferenças entre essas espécies foram de 39 e 16% para volume e massa, respectivamente. A menor diferença percentual apresentada para a produção em massa reflete a maior densidade básica do *E. cloeziana*, compensando, dentro de certos limites, uma menor produtividade em volume.

Analisando conjuntamente os três locais, verificou-se a influência do sítio na produtividade em volume e massa das espécies de eucalipto, sendo que o melhor local foi Viçosa, seguindo-se Uberaba e Paraopeba. Cabe salientar que a menor densidade básica da madeira apresentada pelas espécies em Viçosa, conforme discutido no item 4.3 (Tabela 12), foi compensada pela maior produtividade em volume. Esses aspectos já foram observados anteriormente para o crescimento em altura e diâmetro (item 4.3).

O *E. grandis* mostrou superioridade em volume em relação às demais espécies para os três locais, corroborando os resultados de pesquisa e de plantios comerciais, que o indicam como de elevada importância (GOLFARI, 1975; MOURA *et alii*, 1980; GOMES *et alii*, 1981). Comparando a produtividade em massa em Viçosa e Uberaba destacam-se *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. grandis* e *E. saligna*. Para o *E. cloeziana*, ensaios conduzidos no Espírito Santo, em vários locais, tem demonstra

do o potencial dessa espécie (IPEF, 1983).

Diferenças marcantes entre locais foram observadas para *E. pilularis* com posição de destaque em Viçosa e Uberaba, apresentando média de 302,3 m³/ha para volume e 161,2 t/ha para massa. Em Paraopeba, houve uma redução significativa desses valores para 25,10 m³/ha em volume e 15,01 t/ha em massa. Esse fato vem demonstrar a elevada importância dos testes de introdução de espécies e procedências, para a indicação dos melhores materiais, conforme destacado por GOL-FARI (1975, 1978) e IPEF (1983).

Finalmente, verifica-se a necessidade de analisar a produção em volume e massa de cada espécie de eucalipto, em particular, para definir o uso final da madeira. As espécies de densidade básica mais elevada (*E. citriodora*, *E. maculata*, *E. camaldulensis* e *E. cloeziana*) apresentam desvantagens para sua utilização como fonte de matéria prima para as indústrias de celulose e papel, conforme salientado por BARRICHELLO e BRITO (1976), os quais procuram trabalhar com espécies de densidade básica em torno de 500 kg/m³. Por outro lado, as espécies com maior densidade básica da madeira são as melhores como matéria prima para energia e serraria, quando se exige maior poder calorífico e resistência físico-mecânica.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho foram extraídas as seguintes conclusões:

- As avaliações periódicas mostraram maiores incrementos em altura e diâmetro, nas fases iniciais do crescimento das espécies, até os 4,5 anos, quando então os incrementos foram menores.
- Aos 7,5 anos, na localidade de Viçosa, com melhores condições edafoclimáticas, as espécies apresentaram maiores taxas de crescimento e menor densidade básica da madeira e espessura da casca, ao nível do DAP. Em Paraopeba, com solo de menor fertilidade, verificou-se menor taxa de crescimento e maior densidade básica e espessura de casca.
- Não foram verificadas, de um modo geral, correlações significativas entre densidade básica e as características de crescimento das espécies de eucalipto.
- Para produção em volume e massa foram observadas diferenças entre as espécies e locais, com destaque para Viçosa, seguindo-se Uberaba e Paraopeba.

- Para os três locais, as espécies de eucalipto que mais se destacaram quanto a produção em volume e massa de madeira sem casca foram *E. grandis*, *E. saligna*, *E. cloeziana*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. pilularis*.

- Os locais que apresentaram maior taxa de crescimento proporcionaram menores valores de densidade básica para todas as espécies.

6. LITERATURA CITADA

ASSIS, T.F. de, A. BRUNE, R.F. EUCLYDES, 1983b. Ensaio de procedências de *Eucalyptus citriodora* Hook. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28): 162-4.

ASSIS, T.F. de, A.L. FREITAS, J.G.R. MAGALHÃES, A.B. NOVELLI, M.A. ULHOA, 1983a. Teste de procedências de *Eucalyptus tetraeticoornis* no Vale do Rio Doce. *Silvicultura*, São Paulo 8(28): 168-9.

BANCKS, C.H., 1954. The mechanical properties of timbers with reference to those grown in the Union of South Africa. *Journal of South African Forestry*, Pretoria (24): 44-65.

BARRICHELO, L.E.G., J.O. BRITO, 1976. A madeira das espécies de eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. Série Divulgação. *PRODEPEF*, Brasília (13): 1-45 p.

BARRICHELO, L.E.G., J.O. BRITO, H.T.Z. COUTO, E. CAMPINHOS Jr. 1980. Densidade básica, teor de holocelulose e rendimento em celulose de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO IUFRO, EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro. 25-30 agosto, 1980 (no prelo).

BARRICHELO, L.E.G., J.O. BRITO, A.J. MIGLIORINI, 1983. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. *Silvicultura*, São Paulo 8(28): 726-31.

BRASIL, M.A.M., 1972. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Deani ex Maiden em função do local e do espaçamento. Piracicaba. 75 p. (Tese - Mestrado - ESALQ).

BRASIL, M.A.M. e M. FERREIRA, 1971. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., *E. alba* Reinw e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF, Piracicaba (2/3): 129-49.

BRASIL, M.A.M. e M. FERREIRA, 1972. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao nível do DAP. Análise Preliminar IPEF, Piracicaba (5): 81-90.

BRASIL, M.A.M., R.A.A, VEIGA e M. FERREIRA, 1976. Densidade básica média da árvore no nível do DAP de *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 28 (7): 414.

- BRASIL, M.A.M., R.A.A. VEIGA e H. do A. MELLO, 1979. Densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos 3 anos de idade. IPEF, Piracicaba (19), 63-76.
- BURGER, H., 1940. (Wood foliage yield and growth IV-an 80 years old breech stand). Witt. Schweiz. Centralanstalt Forstt Versuchsw. 21:307-348. In: The influence of Environemnt and Genetics on pulpwood quality: An annotated Bibliography. *Tappi Monograph Series* (24): 90. 1962.
- BUSNARDO, C.A., C.E.B. FOELKEL, C. ZVINAKEVICIUS, S. KAJIYA, E.E. ALVES, 1978. Estudo comparativo da qualidade de madeira de algumas espécies de eucaliptos tropicais. *CENIBRA Pesquisa*, Belo Oriente, (67): 1-27.
- COWN, D.J., 1981. Estimation of wood density and the pilodyn wood tester. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17, Kyoto, September 6-12, 1981. *Proceedings IBARAKI*, IUFRO Congress Council. V. 5, p. 382.
- CUNHA, R.A. da, J.F. PISANI, J.T. do A. GURGEL, 1982. Variação da densidade básica em *Eucalyptus citriodora* Hook, de várias idades. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo, 21(2): 1-74.
- FERREIRA, C.A., M. FREITAS e M. FERREIRA, 1978. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp em função da idade e qualidade do local. *Boletim informativo*, IPEF. Piracicaba, 6(29): 1-19 p.
- FERREIRA, C.A., M. FREITAS e M. FERREIRA, 1979. Densidade básica da madeira de plantações comerciais de eucaliptos, na região de Mogi-Guaçu-SP. IPEF, Piracicaba (18): 106-17 p.

- FERREIRA, M., 1968. Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, (Tese - Doutorado - ESALQ).
- FERREIRA, M., 1970. Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Piracicaba, ESALQ/USP, 62 p. (Tese de Livre - Docência).
- FERREIRA, M., 1973. Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de *E. alba* Reinw, *E. urophylla* S. T. Blake, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden. *O Papel*, São Paulo. 34: 151-7, dez.
- FERREIRA, M. e P.Y. KAGEYAMA, 1978. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. *Boletim Informativo*, IPEF, Piracicaba, 6(20): A-1/A-14.
- FIELDING, J.M., 1967. The influence of silvicultural practices-on wood properties. Intern. Review of Forestry Research. Academic Press, Nova York, Londres. 316 p.
- FOELKEL, C.E.B., M.A.M. BRASIL e L.E.G. BARRICHELO, 1971. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. IPEF, Piracicaba (2/3): 65:74.
- GARLIPP, R.C.D., 1972. Biomassa de florestas plantadas como fonte alternativa de energia em substituição do óleo combustível industrial no Estado de São Paulo. Piracicaba, 175 p. (Tese - Mestrado - ESALQ).
- GOLFARI, L., 1975. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. *Série Técnica*. PRODEPEF, Belo Horizonte. (3): 1-65.

- GOLFARI, L., R.L. CASER, V.P.G. MOURA, 1978. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil: 2ª aproximação. *Série Técnica*, PRODEPEF, Brasília, (11): 1-66.
- GOMES, J.M., A.R. PEREIRA, R.M. BRANDI, L.A.F. MACIEL, 1981. Variação do crescimento de espécies e procedências de eucalipto cultivadas na região de Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, 5(2): 233-49.
- GUIMARÃES, D.P., 1983. Análise das funções de forma de onze espécies de *Eucalyptus*. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28) : 640-2.
- GUIMARÃES, D.P., V.P.G. MOURA, G.C. REZENDE, C.J. MENDES, J. G.R. MAGALHÃES, T.F. ASSIS, M.R. ALMEIRA, M.E.A. REZENDE, F.V. DA SILVA, 1983. Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAC. Brasília (20): 1-76 p.
- HARRIS, J.M., 1963. The influence of environment on the wood density of radiata pine grown in New Zealand. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST GENETICS AND TREE IMPROVEMENT, 1, Stockholm, August 23-30, 1963. *Proceedings*. Rome, FAO. cap. 7/3, p. 1-9.
- HARRIS, J.M., 1965. The heritability of wood density. In: IUFRO, MEETING SECTION 41, Melbourne, v. 2: 1-20.
- HODGES, C.S., M.S. REIS e L.C. MAY, 1973. *Duas enfermidades em plantações de essências florestais exóticas no Brasil*. *Brasil Florestal*, Brasília, 4(15): 5-12.

- IBDF, 1980. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. *Monitoramento da cobertura florestal no Brasil: Relatório do projeto de reflorestamento*. Brasília, 32 p.
- IPEF, 1980. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. *Relatório Anual de Atividades*, Piracicaba, 85 p.
- IPEF, 1981. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. *Relatório Anual de Atividades*, Piracicaba, 69 p.
- IPEF, 1983. Competição de espécies de eucalipto em áreas pertencentes à Docemade, ES, Piracicaba, (mimeografado) 31 p.
- KAGEYAMA, P.Y., MORA, A.L., BARRICHELO, L.E.G., MIGLIORINI, A.J., SANSIGOLO, C.A., 1983. Variação genética para densidade da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis*. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28): 318-24.
- KELM, G.S., 1968. Quality of wood from fertilized forests. *TAPPI*, Atlanta, 51(11): 99A-103A.
- KEYLWERTH, R., 1954. A contribution in qualitative growth analysis. *Malz Roh-U Werkstoff*. 12(3): 77-83.
- MENDES, L.J., W.S. FILHO, G.C. de REZENDE, T.S.A. MORAES, 1980. Variação da densidade básica da madeira em diversas procedências de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. In: SIMPOSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENETICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RAPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 25-30, Agosto, 1980. 17 p. (no prelo)
- MITCHELL, H.L., 1958. Wood quality evaluation from increment cores. *TAPPI*, Atlanta, 4(4): 150-6.

- MOURA, V.P.G., R.L. CASER, J.C. ALBINO, D.P. GUIMARÃES, J.T. MELO, S.A. COMASTRI, 1980. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo - Resultados Parciais. Boletim de Pesquisa. EMBRAPA/CPAC, Brasília, (1): 1-104.
- NAHUZ, M.A.R., V.A. ALFONSO, G.S. ZENIO, E.R.P. JARA, A.I.P. COSTA, O. de B. NETO, S.K. MARIA, 1980. Variação da densidade básica, de acordo com a idade, em *Eucalyptus* spp do distrito florestal de Mato Grosso do Sul-MS. In: Simpósio IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 25-30, agosto, 1980. 26 p. (no prelo)
- NYLINDER, P., 1965. Non destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas, variations within and between species and the influence of environmental and other factors on wood density: In: IUFRO MEETING SECTION 41, Melbourne, 1965. Proceedings. Melbourne, CSIRO. v. 1: 1-13.
- PANSHIN, A.J. e C. ZEEUW, 1970. *Textbook of wood technology*. 3. ed. New York. McGraw-Hill. 705 p.
- PAZTOR, Y.P.C., 1974. Teste de procedências de *Eucalyptus pilularis* Sm. na região de Mogi-Guaçu. IPEF, Piracicaba (8): 69-93.
- PEREIRA, J.C.D., 1982. A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Piracicaba, 98 p. (Tese-Metrado-ESALQ).
- PRYOR, L.D., 1976. *The biology of eucalypts*. Canberra, Edward Arnold. 82 p.

- ROSADO, S.C. da S., A. BRUNE, 1983. Avaliação da densidade básica da madeira em árvores vivas. *Silvicultura*, São Paulo, 8(28): 859-62.
- SAUCIER, J.R. e M.A. TARAS, 1966. Specific gravity and fiber length variation within annual dight increments of red maple. *Forest Products Journal*, Madison, 16(2): 33-6.
- SCARAMUZZI, G., 1966. A comparison of some methods for determining the basic density of increment cores of Euramerican poplar hybrids. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 6, Madrid: *Proceedings*. v. 3, p. 3454-9.
- SKOLMEN, R.G., 1975. Shrinkage and specific gravity variation in robusta Eucalyptus wood grown in Hawaii. *USDA. Forest Service*. PSW research note, Berkeley (296): 1-6.
- SOUZA, A.P., R.M. DELLA LUCIA, G.C. RESENDE, 1979. Estudo da densidade básica da madeira de *Eucalyptus microcorys* F. Muell, cultivado na região de Dionísio, MG. *Revista Árvo-re*, Viçosa, 3(1): 16-27.
- SPURR, S.H. e W. HSIUNG, 1954. Growth rate and specific gravity in conifers. *Journal of Forestry*, Washington, 52(3): 191-200.
- SMITH, D.M., 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Madison, USDA/FPL. 8 p.
- SMITH, D.M., 1955. A comparison of two methods for determining the specific gravity of small samples or second growth Douglas-Fir. Madison, USDA/FPL. 28 p.

- STAMM, A.J., 1964. *Wood and cellulase science*. New York, Ronald Press. 549 p.
- SUSMEL, L., 1953. The specific gravity of *Eucalyptus rostrata* Schlecht. Wood from the Pontime Campagna. *Ital. Forest e Mont.* 8: 222-227. *Goud: Forestry Abstracts*, Oxford, 15: 1753, 1954.
- SUSMEL, L., 1954. Le pois spécifique du bois d'*Eucalyptus camaldulensis* par rapport a quelques factures relatifs a l'individu et au milieu. IUFRO CONGRESS, Rome, 1953. p. 1065-1075. In: *The influence of environment and Genetics on pulpwood quality; An annotated bibliography - Tappi. Monograph Series (24): 774, 1962.*
- TAYLOR, F.W., 1973. Anatomical wood properties of South African grown *Eucalyptus grandis*. *South African Forestry journal*. Pretoria (84): 20-4.
- TAYLOR, F.W., 1981. Rapid determination of Southern pine specific gravity with a Pilodyn tester. *Forest Science*, Madison, 27(1): 59-61.
- VENCOVSKY, R., 1978. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (coord.). *Melhoramento de milho no Brasil*. Piracicaba, Fundação Cargill. 122-199.
- VINTILA, E., 1939. Untersuchungen über raumgewicht und schwindmasse von firschannd spatholz bei wadelhalzern. *Halz. als Rath-und werkstoff*; 2(1): 345-7.
- VITAL, B.R. e R.M. DELLA LUCIA, 1980. Procedências de sementes e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, Viçosa; 4(2): 170-8.

VITAL, B.R., A.R. PEREIRA, R.M. DELLA LUCIA, 1981. Influência do espaçamento na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, aos 30 meses de idade. *Revista Árvore*, Viçosa, 5(2): 210-7.

WANGAARD, F.F., 1950. *The Mechanical Properties of Wood*. New York, John Wiley, 377 p.

ZOBEL, B.J., 1965. Inheritance of fiber characteristics in hardwoods: A review. IUFRO MEETING SECTION 41, Melbourne. v. 2, 14 p.

APÊNDICE

Tabela 1. Dados de média de sobrevivência em diferentes épocas de avaliação, em doze espécies de eucalipto, nos três locais no Estado de Minas Gerais.

Espécies	Locais	Épocas da avaliação (idade em anos)						
		1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
<i>E. camaldulensis</i>	Viçosa	90	82	82	80	78	76	66
	Uberaba	92	90	90	88	88	86	78
	Paraopeba	96	92	90	84	84	80	80
<i>E. citriodora</i>	Viçosa	98	98	98	98	98	98	98
	Uberaba	92	92	92	92	92	90	86
	Paraopeba	96	94	94	94	94	92	86
<i>E. cloeziana</i>	Viçosa	98	98	98	96	96	96	94
	Uberaba	92	88	88	86	86	86	86
	Paraopeba	100	98	98	98	98	98	98
<i>E. grandis</i>	Viçosa	100	100	100	96	96	96	96
	Uberaba	92	88	88	88	86	86	84
	Paraopeba	100	100	98	98	98	98	82
<i>E. maculata</i>	Viçosa	100	98	98	98	96	96	94
	Uberaba	90	90	90	86	84	84	84
	Paraopeba	86	86	82	82	82	82	68
<i>E. microcorys</i>	Viçosa	98	96	90	86	84	84	82
	Uberaba	74	72	72	72	72	72	60
	Paraopeba	96	96	94	94	90	86	82
<i>E. pellita</i>	Viçosa	96	94	94	94	94	94	92
	Uberaba	98	98	98	98	98	98	98
	Paraopeba	98	96	94	94	92	88	84
<i>E. pilularis</i>	Viçosa	96	94	92	92	90	90	88
	Uberaba	94	90	90	90	90	90	86
	Paraopeba	92	92	90	90	86	84	84
<i>E. propinqua</i>	Viçosa	100	98	98	94	94	94	92
	Uberaba	92	92	92	92	92	92	90
	Paraopeba	96	96	94	90	90	90	86
<i>E. saligna</i>	Viçosa	100	100	100	96	96	96	72
	Uberaba	100	100	100	100	100	100	92
	Paraopeba	100	96	86	84	84	82	78
<i>E. tetracornis</i>	Viçosa	100	98	94	90	90	84	82
	Uberaba	98	98	96	96	92	90	82
	Paraopeba	100	100	96	96	96	88	70
<i>E. urophylla</i>	Viçosa	98	94	94	90	92	90	88
	Uberaba	100	100	100	100	100	100	100
	Paraopeba	98	98	98	98	98	94	92

Tabela 2. Valores de médias mensais de precipitação (mm) de Uberaba- MG, durante o período de julho/1975 a junho /1982.

meses período	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total precip. (mm)
	1975/76	14,9	0,0	6,0	106,2	-	201,6	-	346,1	247,9	68,0	0,3	991
1976/77	60,3	63,6	242,7	138,9	227,7	309,6	315,7	-	120,1	219,5	30,3	65,6	1794
1977/78	0,0	5,6	57,4	97,3	357,0	266,8	276,6	167,0	-	-	163,7	22,0	1414
1978/79	18,1	0,0	75,9	206,0	-	369,8	286,4	344,0	142,8	-	54,8	0,0	1497
1979/80	26,6	15,6	108,4	-	156,4	331,0	296,6	187,9	78,5	131,4	17,4	32,6	1382
1980/81	0,0	15,3	64,4	-	141,1	342,3	249,0	100,9	292,2	107,6	40,2	65,8	1419
1981/82	0,0	0,0	94,3	69,9	183,6	-	325,6	138,6	-	-	5,4	16,6	834
1982/83	27,7	33,4	102,2	-	228,8	183,6	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia, divisão de observação meteorológica.

Tabela 3. Valores de médias mensais de precipitação (mm) de Paraopeba, MG, durante o período de julho/1975 a junho /1982.

meses período	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total precip. (mm)
	1975/76	43,0	0,0	2,8	142,4	238,2	185,2	248,8	123,1	86,4	10,1	16,2	0,0
1976/77	54,4	9,1	42,6	107,7	264,5	323,3	430,6	14,1	99,3	74,4	11,6	9,9	1491
1977/78	25,5	4,1	52,4	62,7	282,4	172,5	317,9	311,6	97,9	99,7	79,0	0,0	1505
1978/79	16,4	0,0	19,6	120,1	-	163,5	574,7	544,3	97,5	63,4	95,9	0,0	1695
1979/80	16,5	25,3	47,6	121,7	285,1	361,9	249,1	98,1	31,1	164,8	10,9	45,3	1457
1980/81	0,0	0,0	14,4	34,4	324,9	344,4	237,8	87,4	119,1	19,2	11,3	37,9	1230
1981/82	0,0	36,3	1,2	233,5	403,6	346,9	285,9	36,1	310,8	51,9	34,1	0,0	1740
1982/83	3,6	0,0	7,8	64,8	62,4	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia, divisão de observação meteorológica.

Tabela 4. Valores de médias mensais de precipitação (mm) de Viçosa - MG, durante o período de julho/1975 a junho/1982.

meses período	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total precip. (mm)
	1975/76	93,0	40,0	18,3	135,8	331,4	137,3	54,8	179,3	116,6	4,6	85,9	5,5
1976/77	37,6	66,4	144,1	154,0	182,3	300,3	156,5	15,6	167,9	82,6	8,0	2,1	1317
1977/78	0,0	0,4	84,9	98,3	180,2	237,6	223,6	126,9	61,3	84,4	126,8	5,1	1229
1978/79	17,0	5,0	55,5	253,0	150,0	218,7	362,1	518,0	83,6	61,9	49,5	0,0	1774
1979/80	20,4	31,0	34,0	34,8	306,5	502,2	274,9	58,4	3,8	55,2	46,6	27,2	1395
1980/81	0,0	20,6	23,9	41,0	166,7	276,8	128,0	123,4	140,5	23,5	6,9	62,1	1003
1981/82	0,0	33,9	11,0	108,9	391,3	173,3	257,0	176,3	247,3	22,5	25,2	26,8	1473
1982/83	18,2	6,7	21,5	91,9	77,6	322,3	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia, divisão de observação meteorológica.