

**Estudo comparativo da qualidade da madeira de duas procedências de Eucalyptus camaldulensis e uma de Eucalyptus globulus introduzidas na região de Guaíba - RS**

MFN -0624

N CHAMADA:

TITULO: Estudo comparativo da qualidade da madeira de duas procedências de Eucalyptus camaldulensis e uma de Eucalyptus globulus introduzidas na região de Guaíba - RS

AUTOR(ES): GONZAGA, J.V.BUSNARDO, C.A.DIAS, C.FOELKEL, C.E.B.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 17

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 19-23.11.1984

IMPRESSÃO: São Paulo, 1984, ABTCP

PAG/VOLUME: p.325-345, v.1

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 17, 1984, São Paulo, v.1, p.325-345

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DA MADEIRA DE DUAS PROCEDÊNCIAS  
DE *Eucalyptus camaldulensis* E UMA DE *Eucalyptus globulus*  
INTRODUZIDAS NA REGIÃO DE GUAÍBA - RS

Gonzaga, J.V. - CREA 78.358  
 Busnardo, C.A. - CREA 3730.P  
 Dias, C. - CRQ 05400961  
 Foelkel, C.E.B. - CREA 33041/D

Riocell - Rio Grande Cia. de Celulose do Sul - Guaíba - Brasil



## 0. Resumo

Povoamentos experimentais implantados na região de Guaíba - RS e obtidos a partir de sementes certificadas de *Eucalyptus camaldulensis* provenientes de N. Cloncurry - Queensland e W. Moree - New South Wales, e *Eucalyptus globulus* provenientes de Portugal, foram analisados no que diz respeito à qualidade de suas madeiras em seus diversos aspectos. Para tal, foram amostradas quatro árvores por procedência, consideradas silviculturalmente superiores às demais. Para cada árvore foram retirados discos correspondentes às posições da base, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% H, sendo H a altura comercial da árvore. Em cada disco foram determinados os teores de casca, cerne e alburno, bem como as respectivas densidades básicas e as variabilidades axial e radial das madeiras, as quais foram representadas graficamente. Em adição, dados médios detalhados dos diferentes parâmetros silviculturais analisados, da composição química e determinações das características anatômicas das fibras e dos elementos de vaso, são também apresentados.

## 1. Introdução

O grande desenvolvimento que a indústria celulósico papeleira vem sofrendo nos últimos anos têm contribuído significativamente para o aumento da demanda de madeira, matéria-prima indispensável ao seu funcionamento. O eucalipto constitui-se hoje numa das principais fontes de matéria-prima de fibras curtas. Existe atualmente, no Brasil, uma crescente preocupação quanto ao abastecimento de madeiras de qualidades específicas nas indústrias nacionais de celulose e papel, uma vez que a demanda deverá suplantar a disponibilidade, caso sejam mantidos os ritmos atuais de crescimento nesses setores (6). Portanto, é indispensável o conhecimento das características das madeiras de outras espécies, principalmente aquelas que, por apresentarem bom desenvolvimento silvicultural em condições adversas para os tradicionais *E. saligna* e *E. grandis*, vêm sendo utilizadas industrialmente como matéria-prima complementar para produção de celulose. Neste particular, destacam-se as espécies *E. camaldulensis* e *E. glo-*

*bulus*, cujas madeiras têm contribuído no abastecimento de indústrias de celulose, além de serem consideradas ecologicamente potenciais para diversas regiões do país.

O presente estudo consiste na avaliação de algumas características florestais e da qualidade da madeira de duas procedências de *E. camaldulensis* e uma procedência de *E. globulus*, as quais foram consideradas silviculturalmente adaptadas na região de Guaíba - RS.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. *Eucalyptus camaldulensis*

O *Eucalyptus camaldulensis* é uma espécie que tem na Austrália a mais extensa distribuição, espalhando-se por todos os estados ou territórios australianos, com exceção da Tasmânia, acompanhando os vales dos rios. Em razão de ocorrer em áreas ecologicamente tão diferentes, desde o sul de Victória, com clima temperado frio e chuvas de inverno, até o norte de Queensland, com clima tropical árido e chuvas monçônicas, está subdividida em grande quantidade de ecotipos.

Em Monte Alegre, Paraná, há um experimento, iniciado em 1967, formado por 48 procedências diferentes, cujas sementes foram enviadas por Larsen, do Forest Research Institute, de Camberra. Algumas parcelas apresentam exemplares com forma reta e excelente desenvolvimento, enquanto em outras, os indivíduos têm diâmetro delgado e crescem completamente inclinados. Essas parcelas requerem estudos específicos que correlacionem as condições ecológicas da área de origem com as do norte do Paraná. Trata-se, sem dúvida, de espécie muito valiosa, cujos ecotipos podem ser utilizados em terrenos baixos, encharcados ou inundáveis, em solos salinos, como também em regiões semi-áridas. No território norte ou no oeste da Austrália, cresce em locais com precipitação inferior a 300 mm. Logicamente, o índice de crescimento está sempre relacionado com as condições ecológicas de cada região (4).

No Brasil, muitos estudos sobre melhores procedências para determinadas regiões vem sendo desenvolvidos. Em geral, a maioria dos ensaios de introdução de espécies, procura combinar boa forma, desenvolvimento e uniformidade (3).

Quanto à qualidade de sua madeira, em geral argumenta-se que a mesma se caracteriza por apresentar menor teor de celulose, maior teor de lignina e menor comprimento de fibras, quando comparada às espécies tradicionalmente usadas na indústria de celulose (5). Mesmo assim, considerando o seu desenvolvimento silvicultural em condições climáticas e edáficas adversas para as espécies tradicionais do gênero, o *E. camaldulensis* é uma espécie de relativo valor para a indústria de celulose.

### 2.2. *Eucalyptus globulus*

Juntamente com *E. robusta*, foi, provavelmente, um dos primeiros eucaliptos a serem introduzidos no Brasil. Sua área nativa está localizada na ilha de Tasmânia e sul do estado de Victória entre 38° e 43° Latitude Sul, em áreas com clima temperado-frio, verões frescos e chuvas predominantes no inverno (4).

Dentre os países que utilizam a madeira de *E. globulus* como matéria-prima para celulose, BARRICHELO & FOELKEL (2), referem-se ao Chile, Espanha, Índia e Portugal.

No Brasil, tem-se mostrado como espécie promissora, principalmente no sul do país, dada suas maiores resistências ao frio (2).

Sua madeira apresenta baixo teor de lignina, elevados valores de holoceluloses e valores médios para comprimento de fibras, quando comparada às espécies tradicionais do gênero na indústria de celulose.

BARRICHELO & BRITO (1) realizaram estudos comparativos de várias espécies de *Eucalyptus*, quanto às características de suas madeiras. A madeira de *E. globulus* se caracterizou por apresentar elevados teores de holocelulose, baixos teores de lignina e densidade básica semelhante aquelas obtidas para as espécies normalmente usadas para produção industrial de celulose.

### 3. Material

O material para a realização do presente estudo constituiu-se inicialmente de árvores provenientes de parcelas experimentais homogêneas de duas procedências de *E. camaldulensis*, e povoamento comercial de *E. globulus*, localizados na região de Guaíba e pertencente à Riocell - Rio Grande Cia de Celulose do Sul.

As parcelas correspondentes às procedências de *E. camaldulensis* fazem parte de um ensaio de introdução e competição entre onze procedências da espécie. Apenas as procedências N. Cloncurry - Queensland e W. Moree - New South Wales, por terem apresentado melhor desenvolvimento silvicultural, foram analisadas. O experimento foi instalado em março de 1974, com espaçamento 3 m x 3 m, e contava com aproximadamente 8 anos no momento do abate.

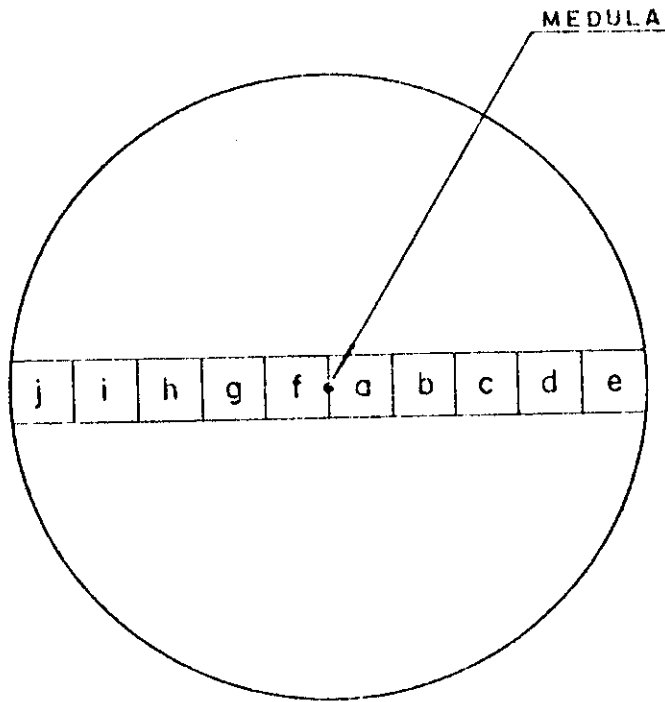
A semente usada para implantação do povoamento comercial de *E. globulus* foi colhida no Parque Henrique VII, em Lisboa, Portugal. O povoamento foi implantado em dezembro de 1973, com espaçamento 3 m x 2 m, e contava com aproximadamente 8 anos e 7 meses no momento do abate.

### 4. Metodologia

Nas parcelas correspondentes às procedências de *E. camaldulensis*, bem como no povoamento comercial referente à espécie *E. globulus* de procedência de Lisboa, foram selecionadas e abatidas quatro árvores por procedência, consideradas silviculturalmente superiores às demais. Este procedimento foi efetuado, tendo em vista o interesse de se verificar o comportamento das cepas correspondentes, objetivando avaliar as respectivas brotações para fins de propagações vegetativas com a finalidade de melhoramento florestal.

A seguir, as árvores foram perfeitamente "cubadas", e, em cada disco, determinaram-se as proporções e as densidades básicas das madeiras de cerne, de alburno, da madeira integral e da casca. Determinou-se também a variabilidade da densidade básica nos sentidos radial e axial. Para a variação nos sentidos radial e axial procedeu-se da seguinte forma:

- a - após medições dendrométricas, o disco era descascado e se media o seu diâmetro;
- b - no sentido do diâmetro, tirava-se uma fatia a qual era dividida em dez pedaços proporcionais aos raios, tomando-se como ponto inicial a medula (vide Gráfico 1);
- c - nesses bloquinhos de madeira, previamente identificados, determinava-se a densidade básica, determinação essa efetuada pelo método do máximo teor de umidade;
- d - para os blocos que representavam igual posição em relação à medula, variando apenas o sentido esquerda ou direita, obtinha-se a média da densidade básica, o seu valor máximo e seu valor mínimo;



$$\frac{a+f}{2} = 1$$

$$\frac{b+g}{2} = 2$$

$$\frac{c+h}{2} = 3$$

$$\frac{d+i}{2} = 4$$

$$\frac{e+j}{2} = 5$$

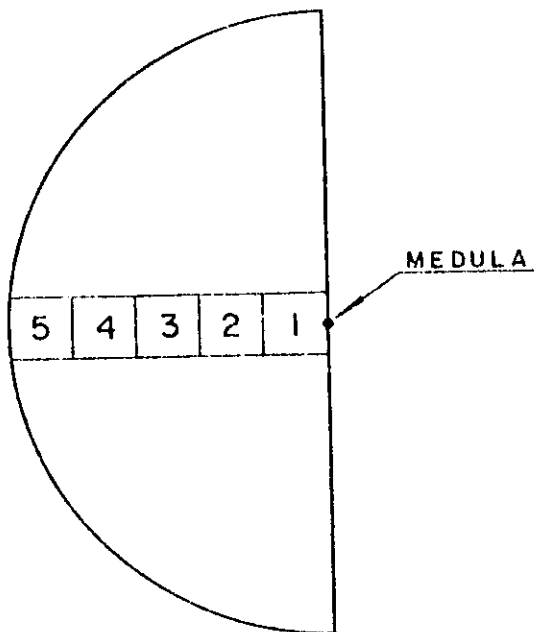


GRÁFICO 1 - Sub-amostragem no disco para determinação da variabilidade radial da madeira

- e - os resultados para densidade básica, médios para quatro árvores por procedência, foram representados graficamente, a fim de permitir a observação da variabilidade da madeira, tanto no sentido medula → casca, como no sentido axial base → topo. As respectivas representações gráficas estão apresentadas nos Gráficos 20 e 21;
- f - a variabilidade axial foi possível ser obtida porque se dispunham de discos a seis alturas da árvore, além de se dispor dessa variabilidade em cada uma das posições 1, 2, 3, 4 e 5, que representam, em cada caso, o mesmo "cone" de madeira, tendo como eixo a medula.

Outras determinações realizadas sobre as madeiras foram:

- a - composição química média;  
 b - dimensões médias das fibras e vasos;  
 c - distribuição por frequência das fibras e vasos quanto às suas dimensões.

Essas determinações foram realizadas em sub-amostras de madeira que eram obtidas da seguinte forma:

- a - de cada disco e para cada árvore, retirava-se uma cunha de madeira, proporcional ao peso do disco;  
 b - cada cunha era transformada manualmente em cavacos;  
 c - os cavacos correspondentes à mesma árvore eram homogeneizados e deles retiravam-se amostras representativas para as determinações químicas e anatômicas.

## 5. Resultados e discussão

No Quadro I estão apresentados os resultados dendrométricos médios das quatro árvores para as procedências e espécies ensaiadas.

No Quadro II, apresentou-se a proporção dos constituintes da árvore (cerne, alburno e casca) a cada altura estudada.

Os resultados dos Quadros I e II evidenciam elevados volumes médios para as árvores amostradas. Embora essas árvores tenham sido classificadas silviculturalmente superiores dentro de seus respectivos povoamentos, os resultados obtidos indicam que existem possibilidades de obtenção de florestas homogêneas e de maiores incrementos médios/ha ano por seleção e melhoramento genético das espécies e procedências.

A espécie *Eucalyptus globulus* se caracterizou por apresentar árvores com volumes muito superiores aos obtidos para as melhores árvores das duas procedências de *Eucalyptus camaldulensis*.

Os valores obtidos para densidade básica da casca estão dentro da faixa normalmente encontrada para o gênero *Eucalyptus* na idade ensaiada. A casca da madeira referente à espécie *E. camaldulensis* procedente de W. Moree apresentou densidade básica inferior quando comparada com as correspondentes de *E. camaldulensis* de procedência de N. Cloncurry e *E. globulus* de procedência de Lisboa. Já os valores de densidade básica da casca destas duas últimas procedências não apresentaram diferenças significativas entre si.

Relativamente às proporções gravimétricas e volumétricas de casca nas árvores, as procedências correspondentes à espécie *E. camaldulensis* apresentaram valores superiores aqueles obtidos para a espécie *E. globulus*. Entretanto, o mesmo não foi observado para o peso de casca, pois a espécie *E. globulus* apresentou valores de peso de casca relativamente superiores às procedências de *E. camaldulensis*, o que é perfeitamente compreensível tendo em vista o maior volume médio das árvores da espécie *E. globulus*.

QUADRO I - Resultados dendrométricos médios das árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus globulus*

PARÂMETROS	<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. globulus</i>
	Procedência N. Cloncurry	Procedência W. Moree	Procedência Lisboa
Altura comercial, m	14,60	16,62	20,50
Diâmetro a altura do peito, cm	19,30	19,78	23,66
Volume cilíndrico com casca, m <sup>3</sup>	0,430	0,514	0,902
Volume cilíndrico sem casca, m <sup>3</sup>	0,332	0,417	0,793
Fator de forma com casca	0,575	0,572	0,488
Fator de forma sem casca	0,614	0,580	0,473
Volume árvore com casca, m <sup>3</sup>	0,246	0,295	0,441
Volume árvore sem casca, m <sup>3</sup>	0,199	0,242	0,375
Volume casca, m <sup>3</sup>	0,047	0,053	0,066
% Casca base volume árvore	19,10	17,97	14,97
Densidade básica casca árvore, g/cm <sup>3</sup>	0,319	0,295	0,320
Peso de casca na árvores, kg s.e.	14,09	15,60	21,50
% casca gravimétrico na árvore	13,54	11,85	9,24
Volume cerne na árvore, m <sup>3</sup>	0,0362	0,0623	0,1707
Volume alburno na árvore, m <sup>3</sup>	0,1628	0,1797	0,2043
Densidade básica cerne, g/cm <sup>3</sup>	0,466	0,470	0,542
Densidade básica alburno, g/cm <sup>3</sup>	0,481	0,483	0,581
Peso árvore sem casca, kg s.e.	95,1	116,0	211,2
Peso cerne na árvore, kg s.e.	16,8	29,2	92,5
Peso alburno na árvore, kg s.e.	78,3	86,8	118,7
% Alburno na árvore sem casca, base volume	81,81	74,26	54,48
% Cerne na árvore sem casca, base volume	18,19	25,74	45,52
% Alburno na árvore sem casca, base peso	82,33	74,83	56,20
% Cerne na árvore sem casca, base peso	17,67	25,17	43,80
Densidade básica árvore integral sem casca, g/cm <sup>3</sup>	0,478	0,480	0,565

QUADRO II - Proporção entre cerne, alburno e casca a cada altura amostrada

PORCENTUAIS NOS DISCOS *	ESPÉCIE	PROCEDÊNCIA	ALTURA					
			BASE	DAP	25%H	50%H	75%H	100%H
Casca, base volume, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	29,14	23,90	19,39	15,85	9,96	20,43
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	23,50	20,74	19,56	17,57	19,82	18,61
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	14,73	13,30	13,45	22,21	17,79	21,06
Casca, base peso, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	23,64	17,99	13,87	10,63	6,78	15,96
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	16,93	14,37	13,55	11,48	11,25	14,34
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	8,79	7,59	7,31	14,63	11,43	15,04
Cerne, base volume, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	35,33	26,70	16,42	9,37	2,44	0,00
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	45,86	40,72	32,23	13,53	0,00	0,00
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	52,23	62,26	50,27	45,99	0,00	0,00
Cerne, base peso, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	34,96	26,44	16,13	9,06	2,50	0,00
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	44,61	39,51	31,44	12,80	0,00	0,00
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	49,84	60,44	48,92	44,27	0,00	0,00
Alburno, base volume, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	64,67	73,30	83,58	90,63	97,56	100,00
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	54,14	59,28	67,77	86,47	100,00	100,00
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	47,77	37,74	49,73	54,01	100,00	100,00
Alburno, base peso, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	65,04	73,56	83,87	90,94	97,90	100,00
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	55,39	60,49	68,56	87,20	100,00	100,00
	<i>E. globulus</i>	Lisboa	50,16	39,56	51,08	55,73	100,00	100,00

Proporção cerne/alburno é apresentada base madeira sem casca.



As árvores das espécies estudadas se caracterizaram por apresentar teor volumétrico de cerne inferior ao de alburno. Situação semelhante ocorreu com relação à densidade básica das madeiras, onde, em todos os casos, o cerne era menos denso.

A densidade mais elevada do alburno deve-se relacionar à formação de uma madeira já com características mais adultas que a madeira central do cerne, provavelmente parcialmente juvenil.

Em consequência da interação densidade básica/volume, os teores gravimétricos de alburno foram superiores aos teores de cerne para ambas as espécies, mais notadamente para as procedências correspondentes à espécie *E. camaldulensis*.

As densidades básicas médias para as árvores das duas espécies, com base nas amostras coletadas às seis alturas, indicaram valores de 0,478 g/cm<sup>3</sup>, 0,480 g/cm<sup>3</sup> e 0,565 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente para *E. camaldulensis* de procedência de N. Cloncurry, *E. camaldulensis* de procedência de W. Moree e *E. globulus*, o que corresponde à faixa normalmente usada na indústria de celulose.

A análise da variação da proporção dos constituintes do tronco no sentido longitudinal mostrou uma tendência de diminuição do teor relativo de casca da base até cerca de 75% da altura comercial, para depois aumentar até o topo, exceção feita à espécie *E. globulus*. Para esta espécie, os valores aumentaram a partir de 25% da altura comercial, alcançando um pico máximo na altura correspondente a 50%H diminuindo a seguir até a 75%H, para a seguir aumentar até o topo. O aumento dos teores relativos de casca, acima da posição correspondente a 75% da altura comercial é perfeitamente compreensível, pois acima desta altura, a diminuição na espessura da casca não é tão significativa quanto à diminuição do diâmetro.

Para as procedências correspondentes à espécie *E. camaldulensis*, observou-se, no sentido axial, um rápido aumento da proporção de alburno a partir de 50% da altura comercial. Já a espécie *E. globulus* apresentou elevados valores de cerne ao longo da primeira metade da árvore, sendo que a posição correspondente a altura do DAP se caracterizou por apresentar o maior teor relativo de cerne. A maior proporção de cerne na altura do DAP, para as árvores de *E. globulus*, pode ser atribuída à interação entre a elevada conicidade do tronco e a formação relativamente homogênea de cerne ao longo dos primeiros metros de fuste próximo à base.

Com relação à composição química das madeiras, os resultados dos ensaios realizados estão mostrados no Quadro III. Ressalta-se que os resultados representam a média de 4 árvores para cada procedência, com determinações em duplicata para cada análise.

Uma análise geral do Quadro III indica que todos os valores dos parâmetros de composição química analisados encontram-se normais para as espécies, exceção feita aos teores de lignina para a espécie *E. camaldulensis*, os quais se mostraram relativamente altos.

A procedência correspondente à espécie *E. globulus* caracterizou-se por apresentar teores de pentosanas, teores de holocelulose, solubilidade em água fria, NaOH 1%, a NaOH 5% a 20°C, álcool-benzeno e diclorometano mais elevados, bem como menores valores para teores de lignina e cinzas.

Não foram constatadas diferenças acentuadas na composição química das madeiras correspondentes às duas procedências de *E. camaldulensis*, sendo que os maiores valores de solubilidade em NaOH 1% a quente e teor de pentosanas dentro da espécie, ocorreram para a procedência de N. Cloncurry.

QUADRO III - Composição química das madeiras de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus globulus*

ANÁLISE	VALOR (%)		
	<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. globulus</i>
	N. Cloncurry	W. Moree	Lisboa
<u>Solubilidade em:</u>			
- água fria	0,89	1,01	1,40
- água quente	2,50	2,54	3,25
- NaOH 1% a quente	14,87	14,02	14,35
- NaOH 5% a 20°C	6,98	6,86	9,52
- álcool-benzeno 1:2	1,09	1,29	1,96
- diclorometano	0,54	0,50	0,73
<u>Teor de:</u>			
- pentosanas	14,52	13,74	17,11
- holocelulose	67,81	67,75	75,89
- lignina	32,24	32,59	23,57
- cinzas	0,41	0,45	0,20

Outra fase deste estudo foi a avaliação das características das fibras e dos elementos de vaso das madeiras ensaiadas. Os resultados encontrados para comprimento e largura das fibras e elementos de vaso, e espessura da parede das fibras estão mostrados no Quadro IV. A seguir, no Quadro V, estão apresentadas as relações entre as dimensões fundamentais das fibras, enquanto nos Gráficos 2 a 19 estão apresentadas as distribuições percentuais relativas das dimensões das fibras e elementos de vaso dentro de classes estabelecidas.

Os resultados médios obtidos para as dimensões das características anatômicas das fibras e dos elementos de vaso situam-se dentro da faixa dos normalmente encontrados para as espécies na faixa de idade estudada. Valores mais elevados para comprimento de fibra foram observados para a espécie *E. camaldulensis* de procedência de W. Moree, e melhores valores para a procedência de N. Cloncurry da mesma espécie. A espécie *E. globulus* apresentou valores médios de comprimentos de fibras intermediários aqueles observados para as duas procedências de *E. camaldulensis*. Com relação à espessura da parede da fibra, a espécie *E. camaldulensis* de procedência de N. Cloncurry apresentou valores ligeiramente superiores à espécie *E. globulus*, ao passo que a espécie *E. camaldulensis* de procedência de W. Moree apresentou os maiores valores. As dimensões dos elementos de vaso evidenciaram valores ligeiramente superiores para a madeira referente à espécie *E. camaldulensis*.

As distribuições percentuais das características anatômicas das fibras e dos elementos de vaso mostram que ambas as espécies e procedências apresentaram razoável dispersão dos dados. Isto indica a existência de possibilidades de um melhoramento genético florestal, tendo em vista a otimização das propriedades físico-mecânicas e óticas para a indústria de celulose e papel, caso houver interesse.

As relações entre as dimensões das fibras apresentadas no Quadro V mostraram valores médios de índice de Runkel para as duas procedências de *E. camaldulensis*, ao passo que a espécie *E. globulus* se caracteri-

dia, foram observados para o parâmetro fração parede referente às duas espécies, sendo que a espécie *E. camaldulensis* correspondente a procedência de W. Moree se caracterizou por apresentar o maior valor. Pelos dados obtidos, pode-se assumir que as madeiras das duas espécies, por apresentarem fibras com menores coeficientes de flexibilidade e maiores frações paredes, deverão contribuir na melhoria das propriedades de volume específico aparente e opacidade do papel, quando as madeiras destas espécies forem usadas em misturas com aquelas tradicionais do setor celulósico brasileiro.

Como última etapa da experimentação, foi realizado um estudo da variabilidade da madeira das procedências de *E. camaldulensis* nos sentidos medula → casca e base → topo. A indisponibilidade de dados correspondentes à variabilidade da densidade básica da madeira de *E. globulus* levou os autores a não apresentar o gráfico correspondente a esta procedência.

Tendo em vista o grande número de determinações realizadas para o estudo da variabilidade da madeira de *E. camaldulensis*, procurou-se achar uma maneira simples de se colocar os modelos de variabilidade de forma a serem facilmente seguidos e interpretados pelo leitor. Deste modo, foram elaborados dois gráficos especiais (Gráficos 20 e 21).

Nos Gráficos 20 e 21, na vertical, variava-se a altura da árvore "média de quatro árvores", considerando-se a medula como referência zero. Anotou-se nessa "meia árvore" a separação entre cerne e alburno. Nela marcaram-se as posições referentes aos discos amostrados (base, DAP, 25%H, 50%H, 75%H e 100%H).

No interior da "meia árvore" e para cada altura, fez-se um gráfico da variação da densidade básica da medula até o câmbio. Os pontos se referiam aos blocos médios 1, 2, 3, 4 e 5.

Para cada altura, procurou-se mostrar à esquerda da meia árvore, os valores correspondentes às densidades básicas médias de cada bloquinho, bem como os máximos e mínimos valores de densidade para cada ponto. O "conjunto de números" posicionados a cada altura e à esquerda da meia árvore, constituindo três linhas na horizontal e cinco colunas na vertical, quando lidos no sentido esquerda → direita, correspondiam aos valores de densidade básica dos bloquinhos no sentido medula → casca. Os valores correspondentes à linha intermediária se referiam às densidades básicas médias, enquanto os números registrados nas linhas superior e inferior correspondiam respectivamente aos máximos e mínimos valores de densidade básica. O valor registrado à direita do "conjunto de números" e próximo à medula correspondia à densidade básica média do disco. Os valores isolados na horizontal e à esquerda, correspondiam respectivamente à densidade básica média da árvore e altura comercial.

Do lado direito da "meia árvore" mostrou-se a variabilidade axial da densidade básica para as camadas de madeira definidas pelos números 1, 2, 3, 4 e 5.

Os resultados permitem verificar que as duas procedências apresentaram madeira com densidades básicas médias bastante homogêneas.

De uma maneira geral, excetuando-se a posição correspondente à base para a procedência de W. Moree, as árvores de *E. camaldulensis* apresentaram uma tendência inicial de diminuição da densidade básica a medida que se afastava da medula, para a seguir, aumentar até o câmbio.

Na posição correspondente à base para a procedência de W. Moree, a densidade básica apresentou elevação contínua no sentido medula → casca, sendo que próximo do câmbio, houve uma tendência de estabilização.

As variações de densidade básica que mais se fizeram notar foram aquelas correspondentes às posições 50%, 75% e 100% da altura comercial para as duas procedências.

QUADRO IV - Dimensões das fibras e elementos de vaso de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus globulus*

PARÂMETROS ANATÔMICOS		PROCEDÊNCIA	FIBRA			VASOS	
Determinações	Espécie		Comprimento (mm)	Largura (µm)	Esp. par. (µm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Média	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,905	17,07	3,37	0,278	0,182
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,958	17,25	3,64	0,295	0,171
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	0,946	18,52	3,29	0,266	0,148
Desvio padrão	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,137	2,83	0,75	0,082	0,049
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,159	3,00	0,87	0,091	0,049
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	0,148	2,64	0,80	0,073	0,035
Coeficiente de variação, %	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	15,19	16,58	22,25	29,46	27,16
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	16,56	17,40	23,93	30,90	28,46
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	15,68	14,25	24,29	27,53	23,94
Valor máximo	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	1,261	24,84	5,17	0,520	0,310
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	1,510	25,99	6,20	0,539	0,310
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	1,380	24,15	7,36	0,510	0,270
Valor mínimo	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,578	11,96	1,61	0,100	0,050
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,544	11,96	1,49	0,106	0,055
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	0,620	11,19	1,26	0,110	0,061
Amplitude	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	0,683	12,88	3,56	0,420	0,260
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	0,966	14,03	4,71	0,433	0,255
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	0,760	12,96	6,10	0,400	0,209
Número de medições	<i>E. camaldulensis</i>	N. Cloncurry	800	600	600	200	200
	<i>E. camaldulensis</i>	W. Moree	800	600	600	200	200
	<i>E. globulus</i>	Lisboa - Portugal	800	600	600	200	200

QUADRO V - Relações fundamentais entre as dimensões das fibras

PARÂMETRO	ESPÉCIE		
	<i>E. camaldulensis</i>		<i>E. globulus</i>
	N. Cloncurry	W. Moree	Lisboa
Índice de enfeltramento	53,02	55,54	51,08
Coefficiente de flexibilidade	60,63	57,86	64,52
Fração parede	39,48	42,20	35,53
Índice de Runkel	0,651	0,729	0,551
Relação comprimento/espessura	268	263	287

Nestas alturas, as densidades apresentaram declives acentuados próximo à medula, atingindo um pico definido ainda próximo do centro do tronco, para em seguida, apresentar um aumento rápido. Com base no comportamento da densidade básica da madeira próximo ao câmbio, pressupõe-se que a madeira desta espécie, em idades mais avançadas, provavelmente deverá ser mais densa, pois aparentemente, aos 8 anos, sem câmbio ainda não atingiu maturidade.

De um modo geral, o albarno das madeiras correspondentes às duas procedências mostrou valores de densidade básica ligeiramente superiores aos registrados para cerne. Relativamente à variabilidade axial da madeira, notou-se um modelo bastante variável nas diversas camadas (1 a 5) das duas procedências. Para a procedência de N. Cloncurry a densidade básica da madeira aumentava da base até 25% da altura comercial, para em seguida manter-se constante até a altura correspondente à metade do tronco. A partir desta posição, aumentos suaves na densidade básica de sua madeira foram observados, a medida que a mesma se aproximava do topo. Com relação à procedência de W. Moree, a densidade básica de sua madeira diminuía da base até a posição correspondente ao DAP, aumentando a seguir até a posição correspondente a 25% da altura comercial, para em seguida diminuir lentamente até o topo.

## 6. Conclusão

Os resultados obtidos neste experimento permitem concluir que a espécie *E. camaldulensis*, apresenta madeira com qualidade ligeiramente inferior às espécies tradicionalmente usadas pelas indústrias de celulose. O maior teor de lignina apresentado pela madeira desta espécie, provavelmente dificultará a sua deslignificação e proporcionará menores rendimentos em celulose. Mesmo assim, considerando o seu desenvolvimento silvicultural em condições climáticas e edáficas adversas para as espécies tradicionais do gênero, o *E. camaldulensis* é uma espécie cuja madeira pode ser perfeitamente utilizada para produção de celulose, principalmente em misturas com as madeiras normalmente empregadas na indústria de celulose.

Os resultados obtidos para a qualidade da madeira da espécie *E. globulus* indicam ampla potencialidade da mesma para a produção de celulose.

Estudos sobre a aptidão das madeiras das duas espécies para produção de celulose serão conduzidos brevemente, com posterior divulgação dos resultados obtidos.

## 7. Literatura citada

- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O. Celulose sulfato de madeira de diferentes espécies de eucaliptos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., Belo Horizonte, 1982. Anais. São Paulo, 1983. p.734-8.
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Estudos para produção de celulose sulfato de seis espécies de eucalipto. IPEF, Piracicaba (12): 77-95, jun. 1976.
- FOELKEL, C.E.B., ZVINAKEVICIUS, C., ANDRADE, J.R. de, KATO, J., SOBRI-NHO, J.M. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft. In: CONGRESSO ANUAL ABCP, 11., São paulo, 1978. Trabalhos técnicos... São Paulo, 1978. p.5-12.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisas Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545. Série técnica, 3).
- GONZAGA, J.V. Qualidade da madeira e da celulose kraft de treze espécies de *Eucalyptus*. Viçosa, UFV/Imprensa Universitária, 1983. 119p. (Tese M.S.).
- OLIVEIRA, R.C. de, COLODETE, J.L. & GOMIDE, J.L. Potencialidade da utilização de galhos de eucaliptos para produção de polpas kraft. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 14., São Paulo, 1981. Trabalhos técnicos ... São Paulo, 1981. p.821-847.

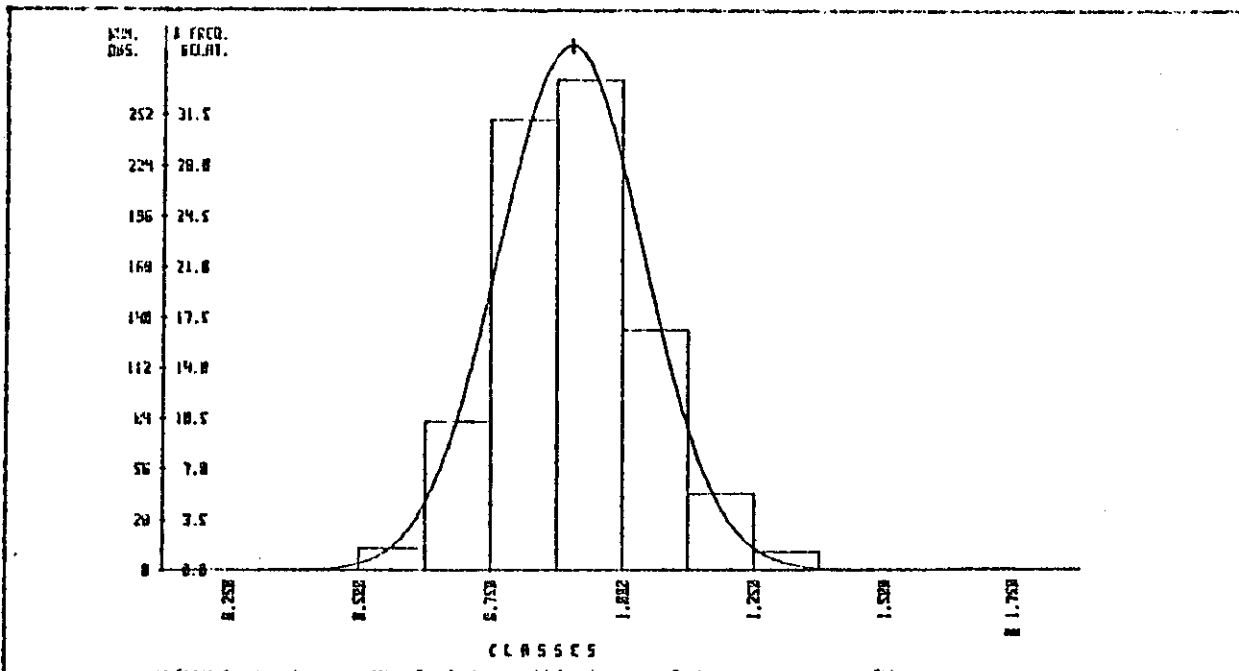


GRÁFICO 2 - Comprimento de fibra *Eucalyptus camaldulensis* - procedência N. Glencurry - Austrália

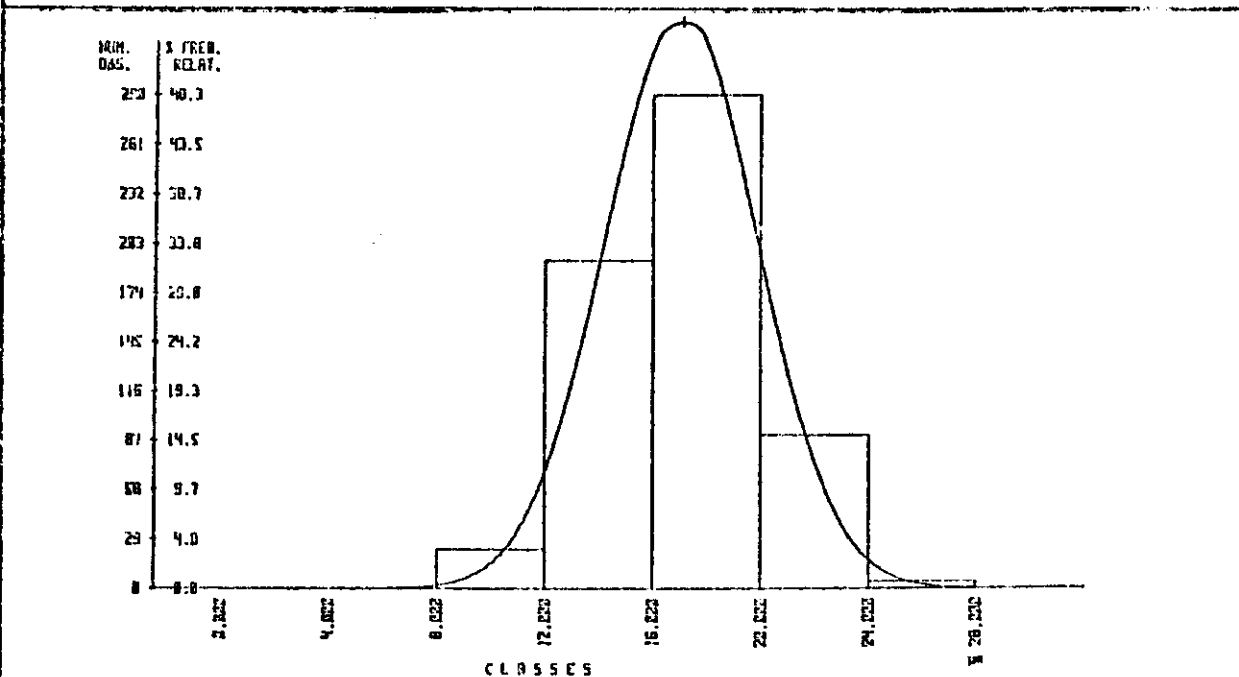
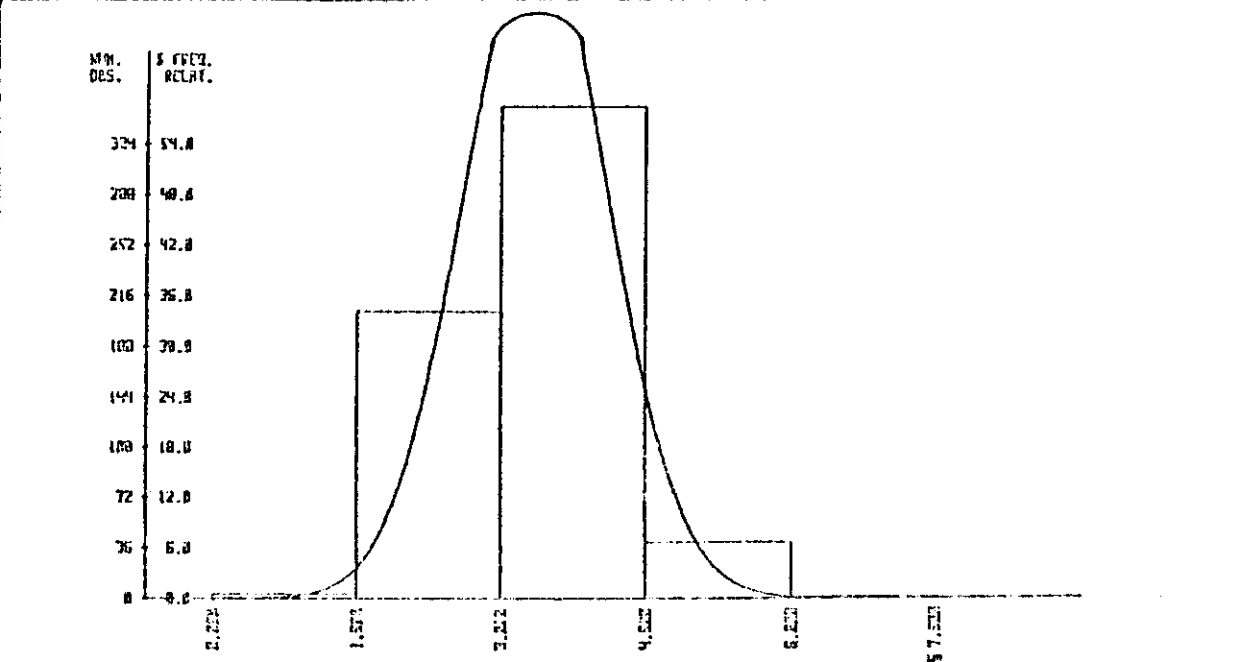


GRÁFICO 3 - Largura de fibra *Eucalyptus camaldulensis* - procedência N. Glencurry - Austrália



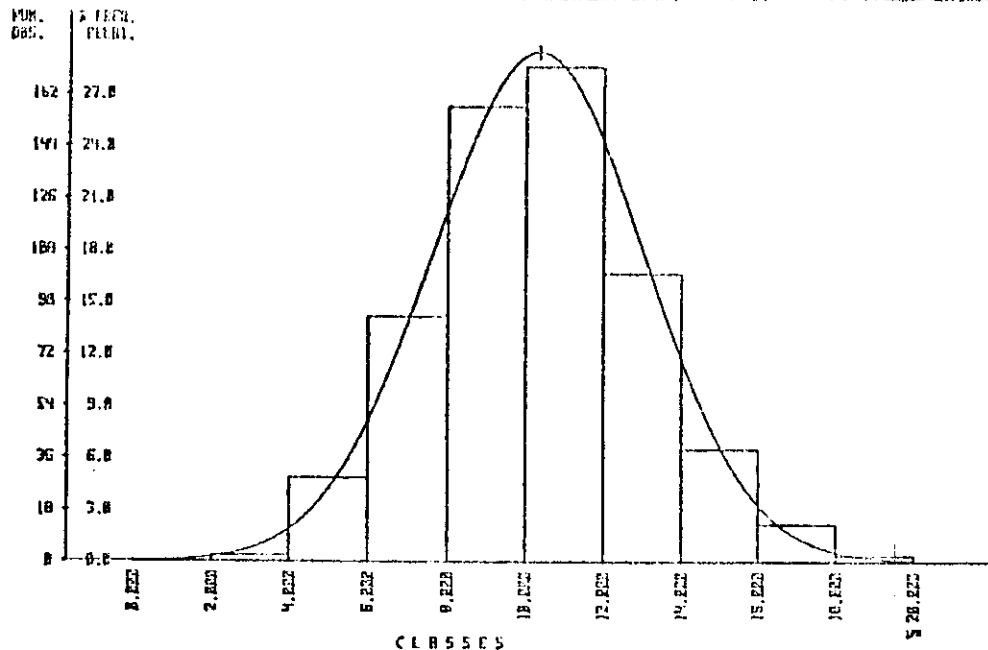


GRÁFICO 5 - Diâmetro do fuste *Eucalyptus camaldulensis* - procedência N. Cloncurry - Austrália

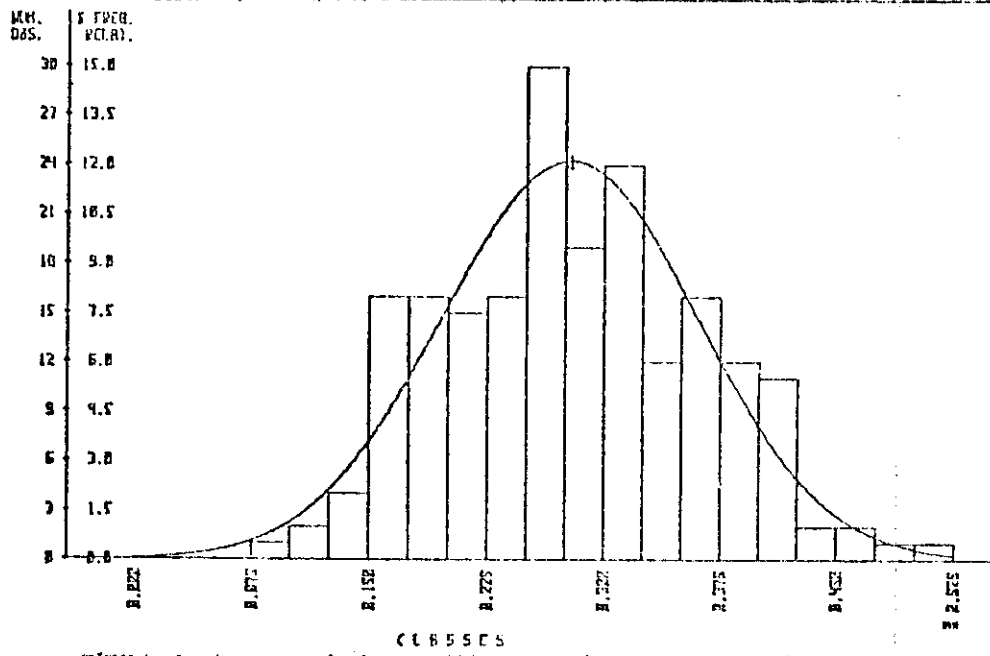
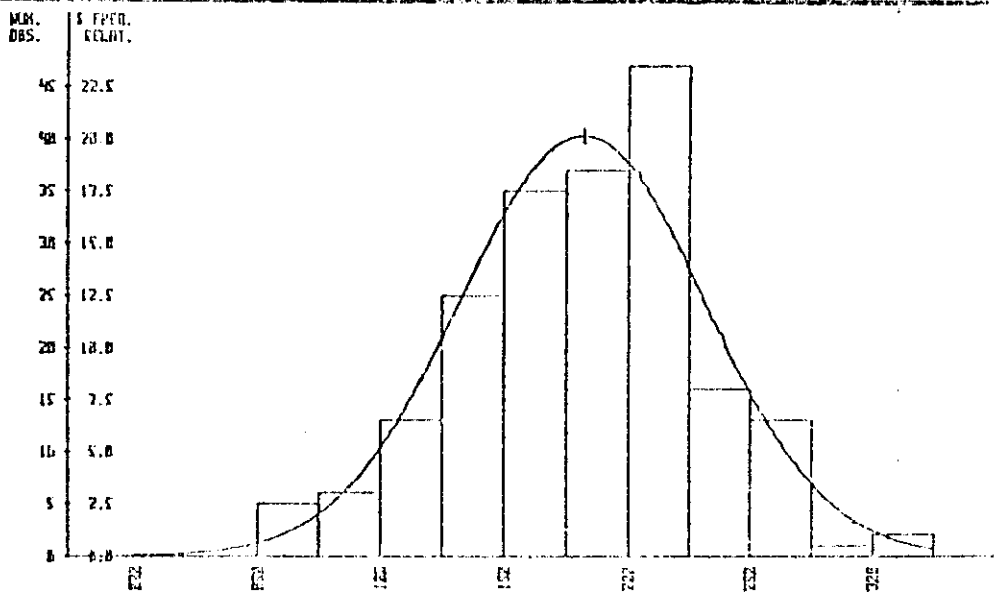


GRÁFICO 6 - Comprimento do vaso *Eucalyptus camaldulensis* - procedência N. Cloncurry - Austrália





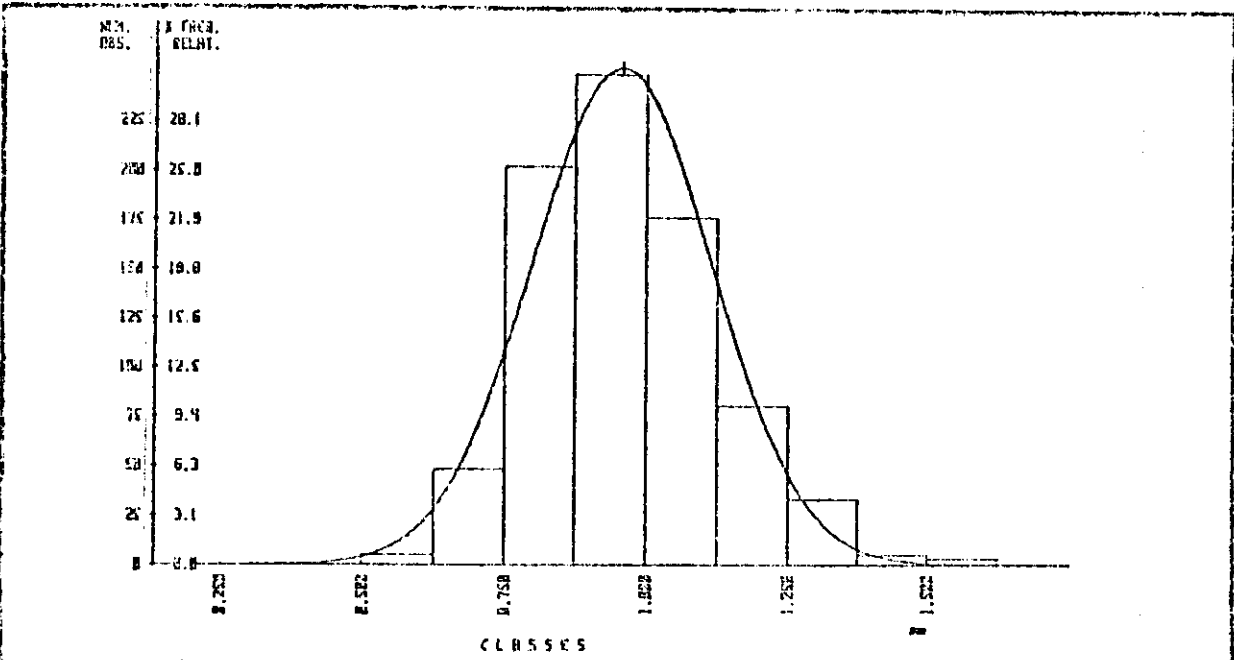


GRÁFICO 8 - Comprimento de fibras *Eucalyptus cordilana* - procedência W. Moree - Austrália

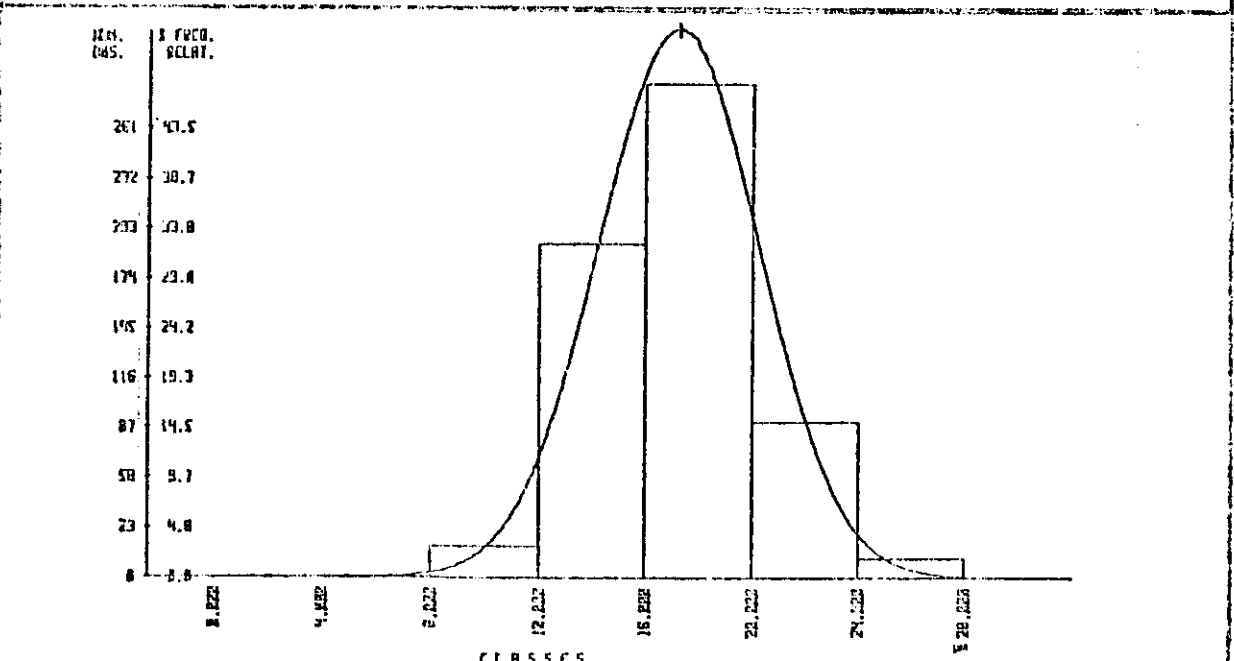
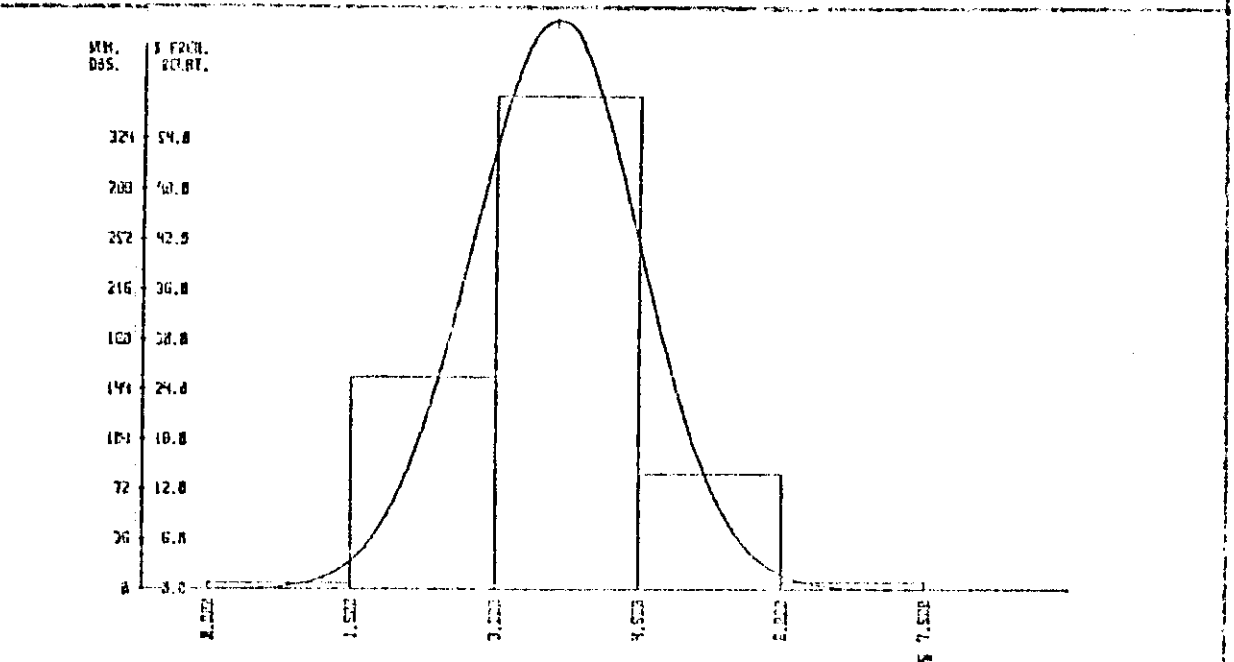


GRÁFICO 9 - Largura da fibra *Eucalyptus cordilana* - procedência W. Moree - Austrália



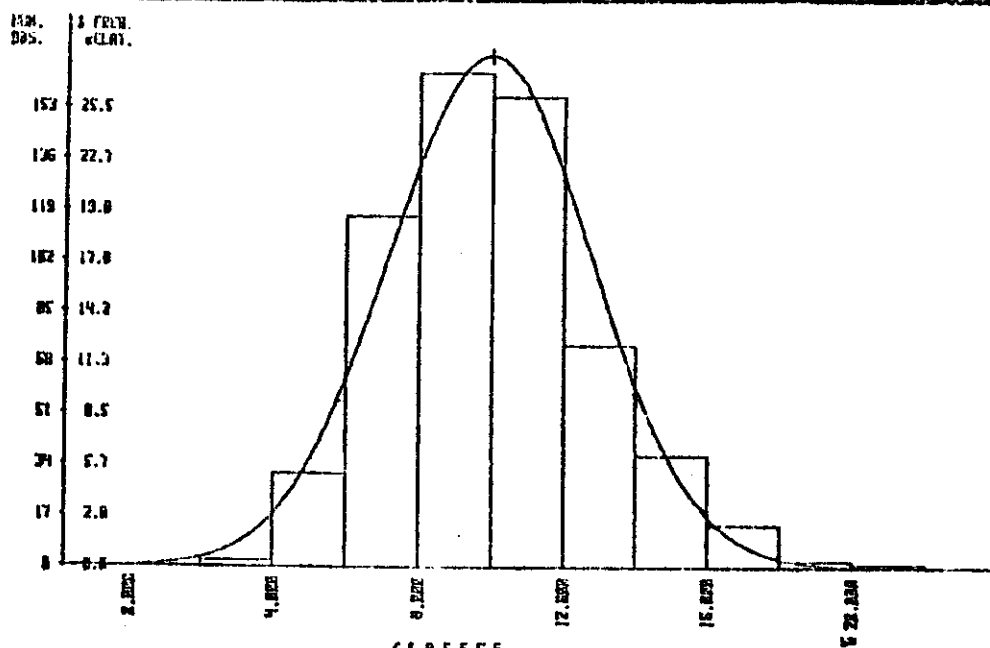


GRÁFICO 11 - Diâmetro do fuste *Eucalyptus canaldulensis* - procedência W. Moree - Austrália

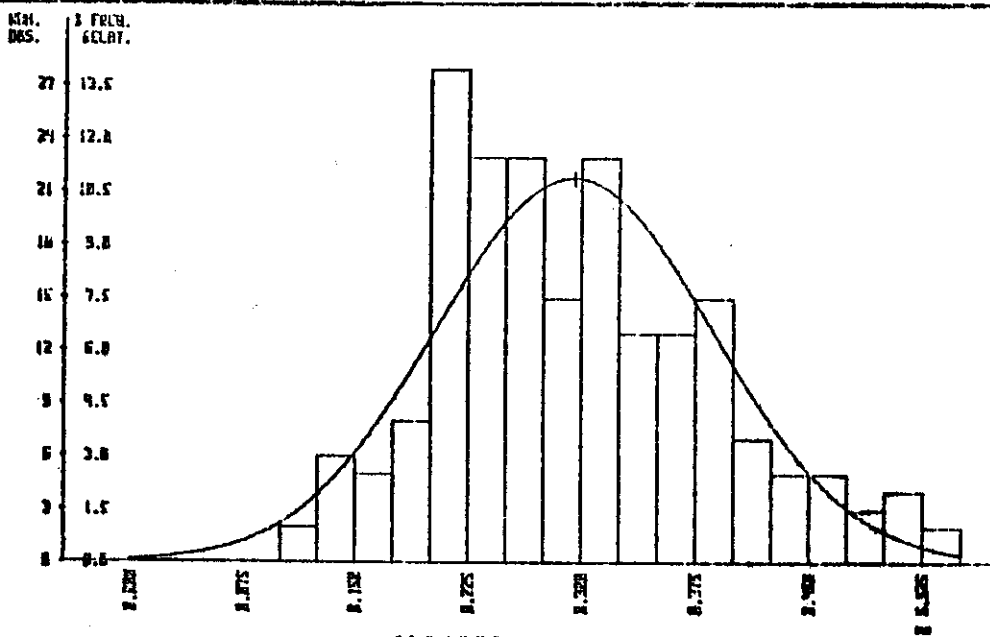
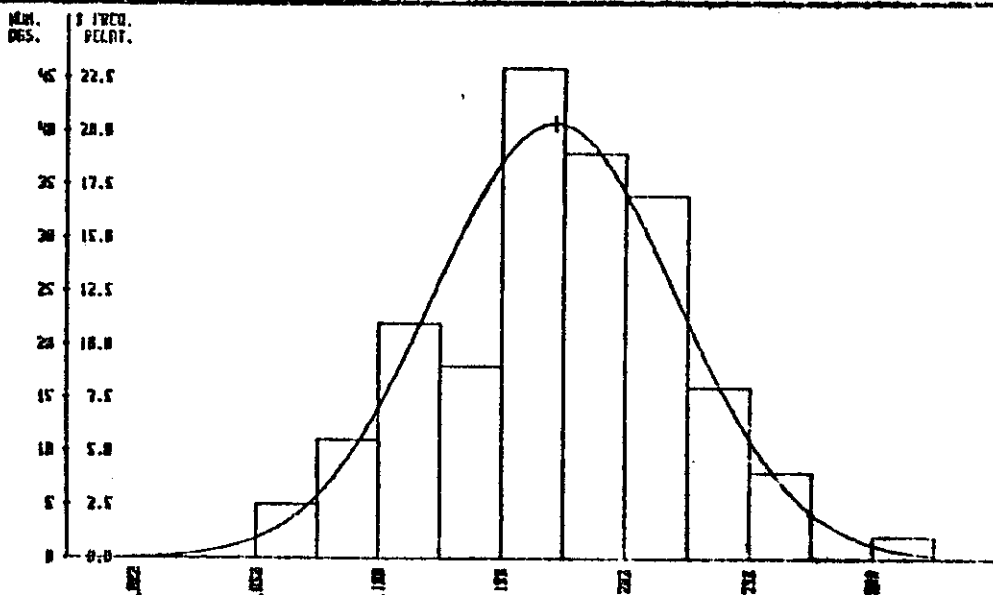
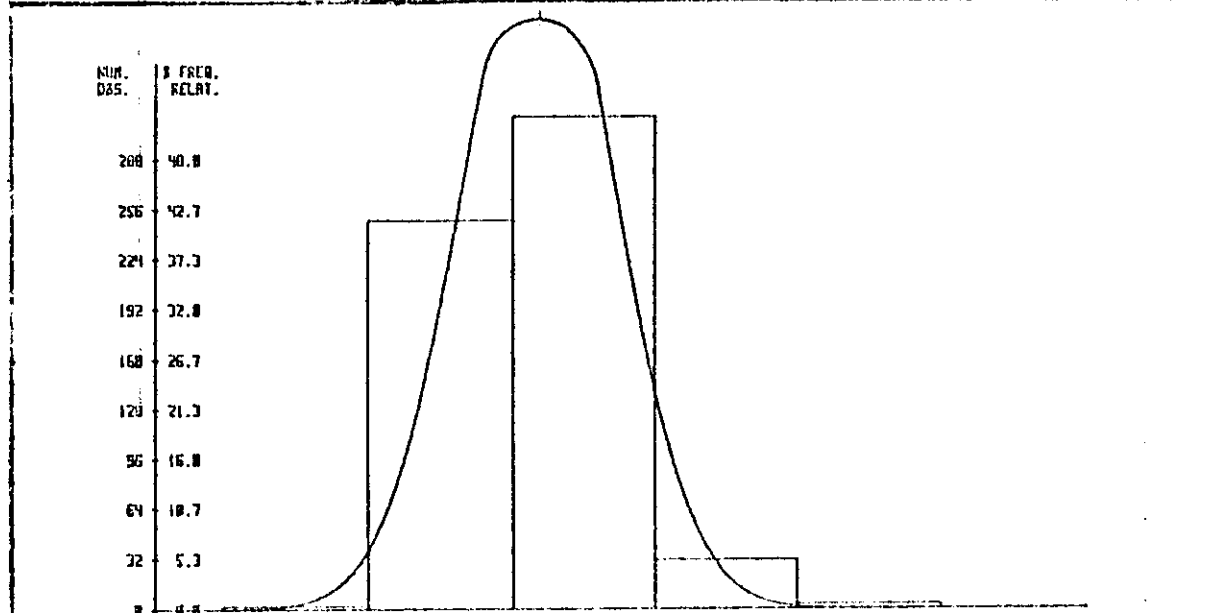
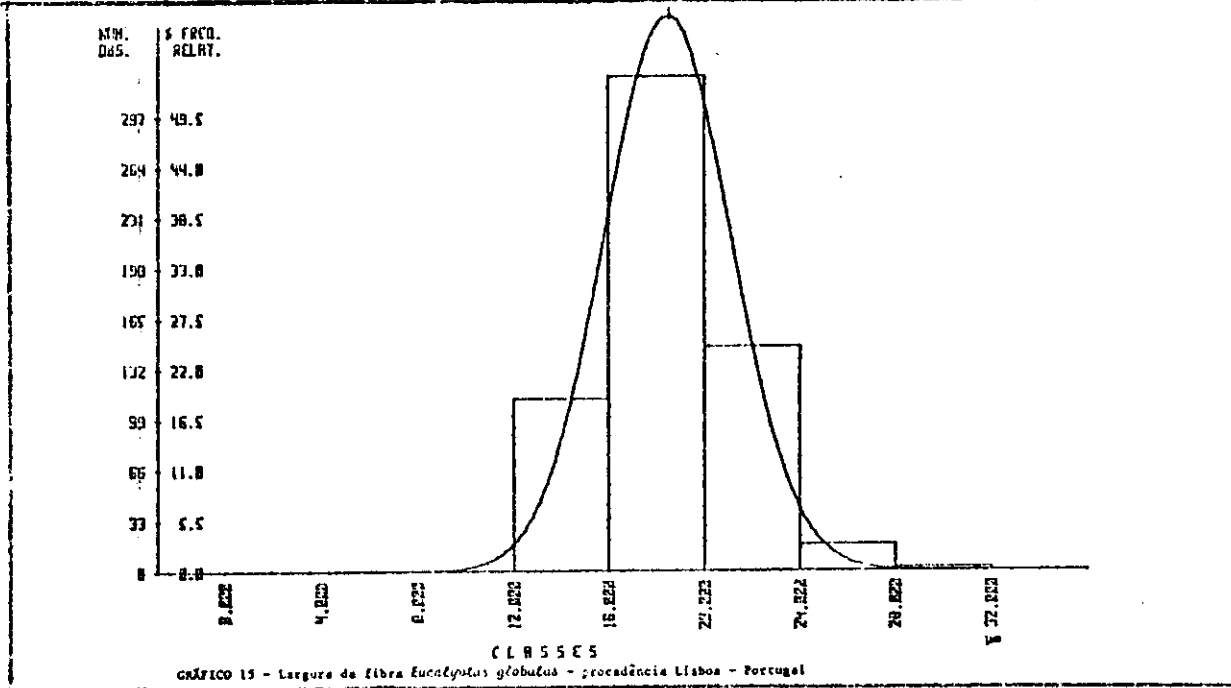
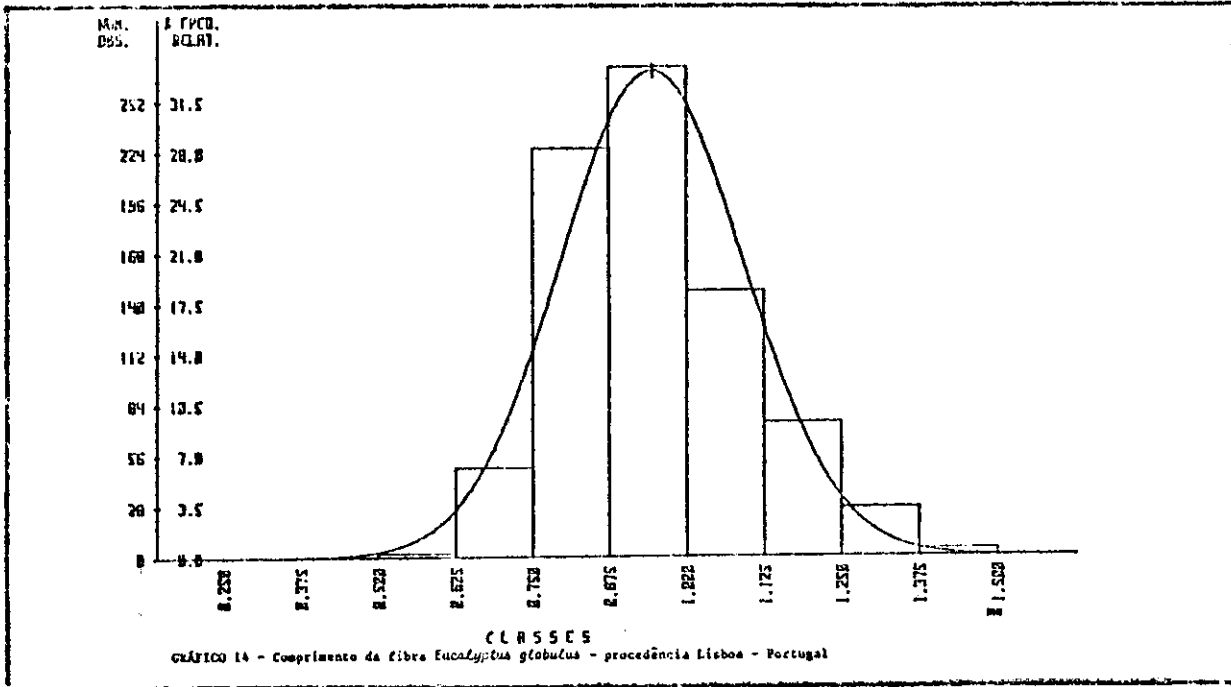


GRÁFICO 12 - Comprimento do vaso *Eucalyptus canaldulensis* - procedência W. Moree - Austrália





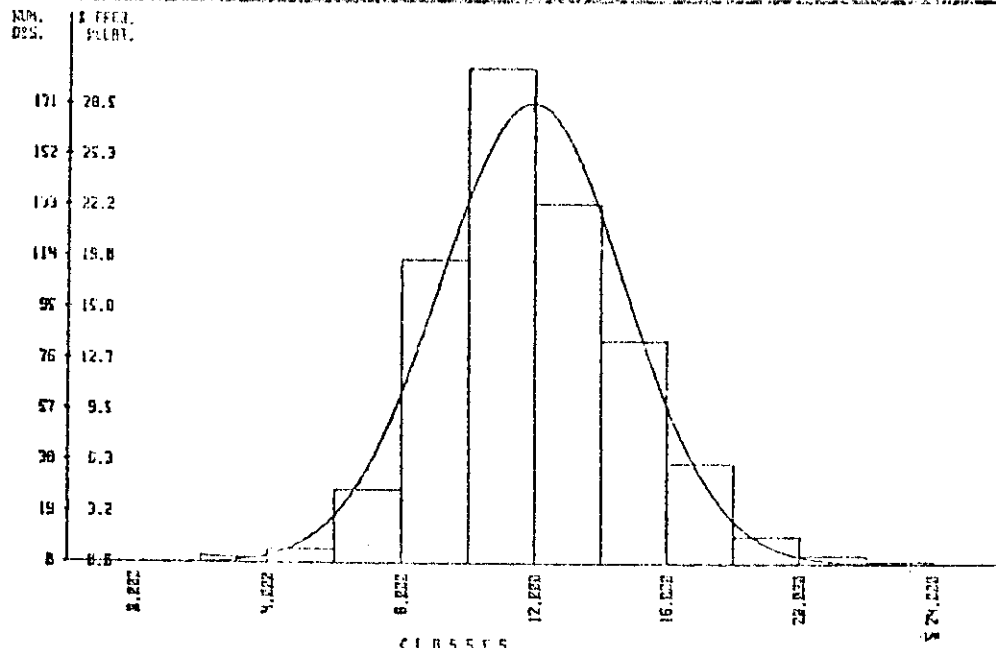


GRÁFICO 17 - Diâmetro de fustes *Eucalyptus globulus* - procedência Lisboa - Portugal

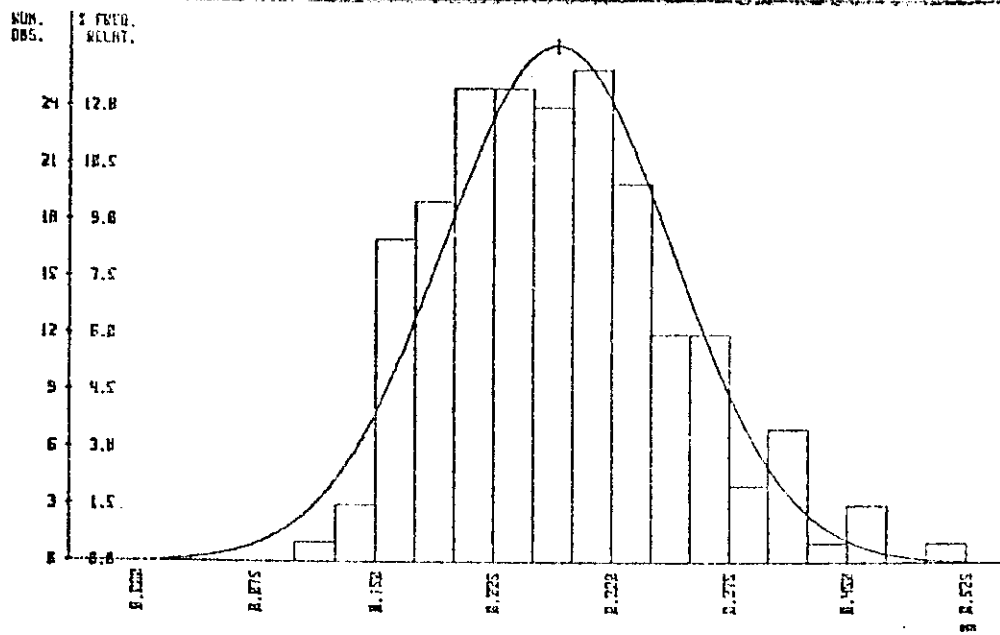
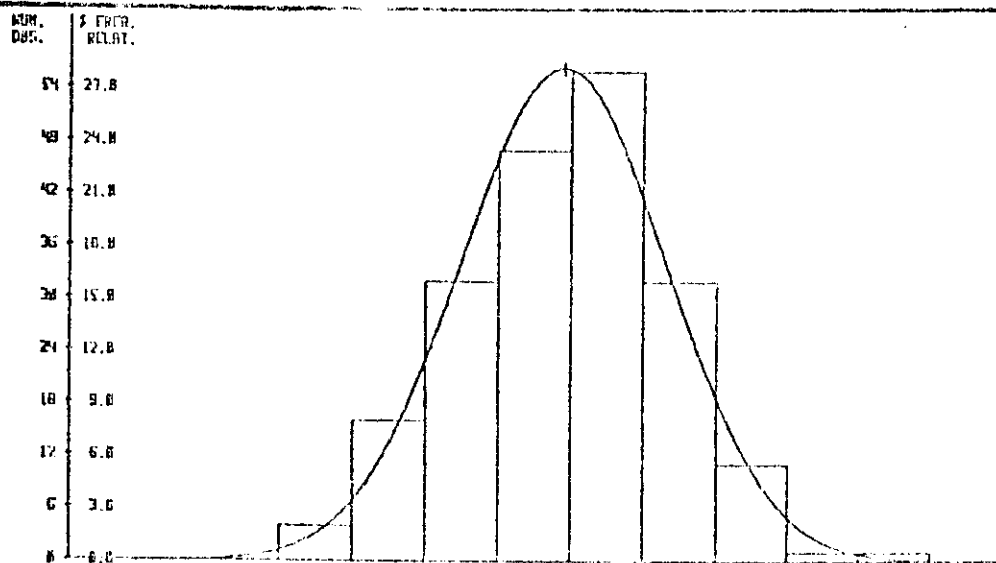


GRÁFICO 18 - Comprimento de vaso *Eucalyptus globulus* - procedência Lisboa - Portugal



VARIABILIDADE DA DENSIDADE BASICA DA MADEIRA EUCALYPTUS CAMALDULENSIS  
 PROCEDENCIA: N. CLONCURRY

15- 0.622 0.594 0.521 0.478 0.529  
 0.516 0.491 0.478 0.459 0.484 0.485  
 0.477 0.461 0.418 0.431 0.446

14-

13-

12-

0.558 0.529 0.526 0.486 0.563  
 0.498 0.472 0.460 0.460 0.503 0.478  
 0.466 0.434 0.433 0.423 0.459

11-

D B INT ARV 0.478 H C 14.6

9-

8-

0.487 0.476 0.484 0.522 0.541  
 0.474 0.456 0.458 0.484 0.495 0.473  
 0.439 0.428 0.425 0.435 0.453

7-

6-

5-

0.538 0.493 0.528 0.518 0.536  
 0.473 0.462 0.478 0.475 0.492 0.474  
 0.432 0.429 0.423 0.426 0.457

3-

2-

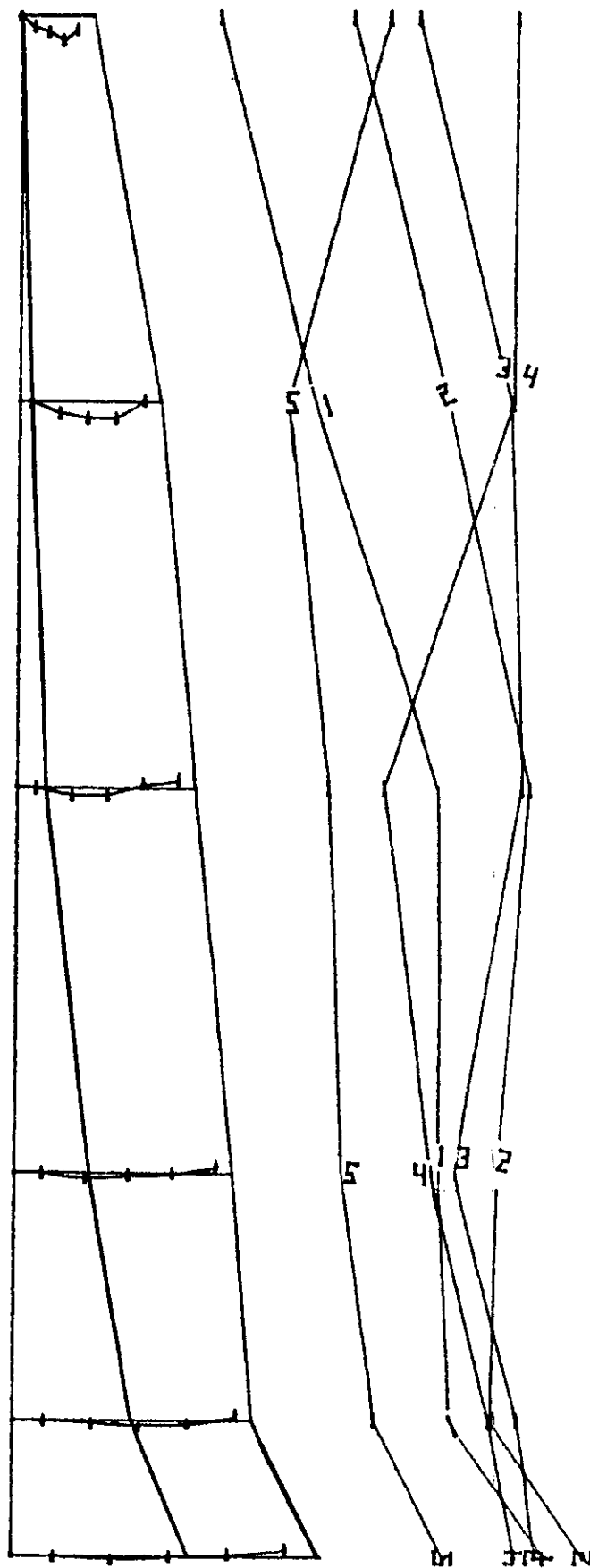
0.518 0.519 0.486 0.584 0.536  
 0.471 0.463 0.458 0.463 0.485 0.468  
 0.448 0.435 0.413 0.435 0.443

1-

0.484 0.455 0.486 0.488 0.488  
 0.452 0.445 0.454 0.458 0.472 0.456  
 0.419 0.428 0.438 0.437 0.448

0-

ALTURA DA ARVORE



1-1 1-2 1-3 1-4 1-5 2-1 2-2 2-3 2-4 2-5

VARIABILIDADE DA DENSIDADE BASICA DA MADEIRA EUCALYPTUS CAMALDULENSIS  
 PROCEDENCIA: W. MOREE

ALTURA DA ARVORE

17- 0.567 0.583 0.585 0.547 0.583  
 0.580 0.461 0.464 0.452 0.468 0.467  
 0.467 0.483 0.384 0.488 0.414

13- 0.523 0.483 0.489 0.494 0.535  
 0.496 0.447 0.458 0.467 0.491 0.471  
 0.460 0.415 0.424 0.425 0.475

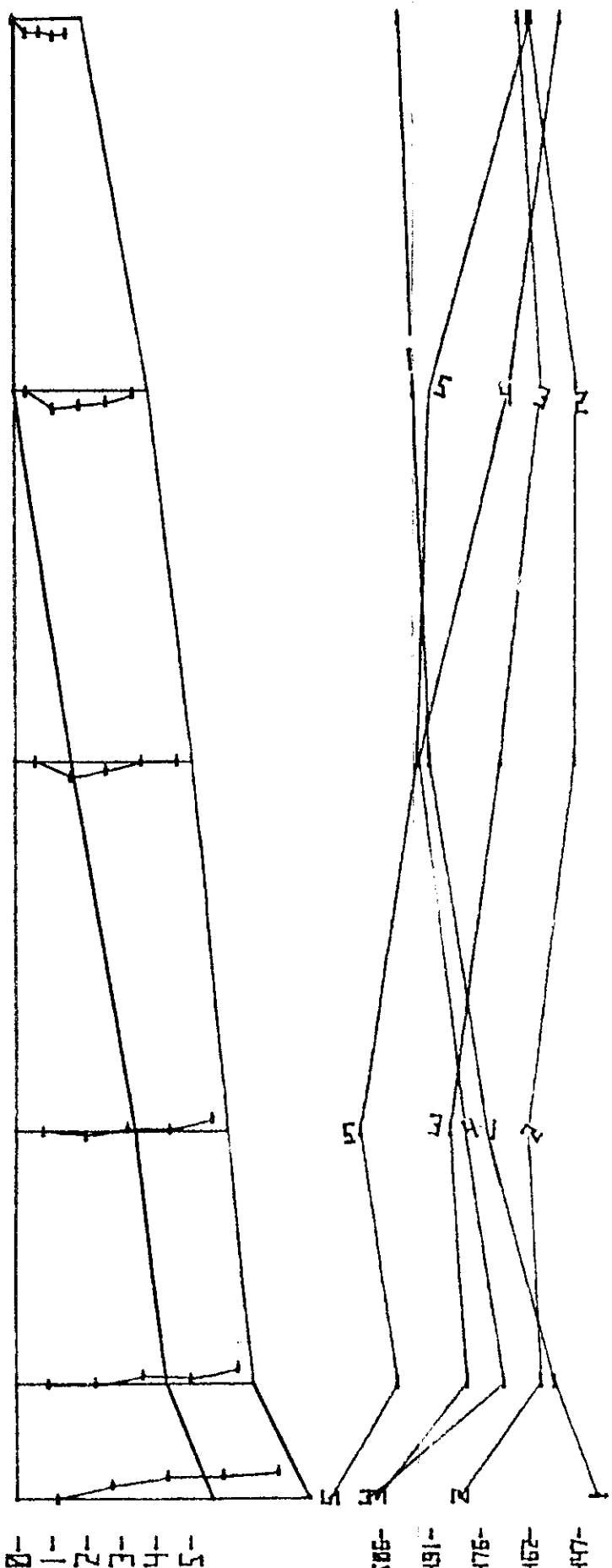
11- D B INT ARV 0.48 H C 16.6

9- 0.548 0.513 0.588 0.528 0.548  
 0.491 0.448 0.478 0.494 0.495 0.479  
 0.417 0.487 0.433 0.463 0.459

5- 0.495 0.588 0.548 0.518  
 0.474 0.462 0.485 0.481 0.482  
 0.453 0.426 0.447 0.448 0.489

2- 0.484 0.514 0.556 0.548 0.587  
 0.454 0.468 0.488 0.469 0.581 0.472  
 0.423 0.422 0.431 0.429 0.431

1- 0.492 0.523 0.554 0.547 0.565  
 0.442 0.483 0.587 0.518 0.521 0.462  
 0.488 0.423 0.459 0.473 0.485



1 2 3 4 5 586 491 476 462 447