

Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de E. grandis

MFN -0482

N CHAMADA:

TITULO: Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de E. grandis

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

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO: 02. Celulose

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 20

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 16-20.11.1987

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1987, ABTCP

PAG/VOLUME: p.17-33,

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 20, 1987, São Paulo, p.17-33

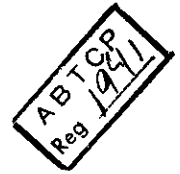
AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR: eucalipto, Eucalyptus grandis, densidade básica

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi o de estabelecer uma posição representativa de amostragem no sentido longitudinal, para a adequada avaliação da densidade básica média da árvore. Para tal, utilizaram-se 59 árvores provenientes de um povoamento típico de E. grandis, com idade de 7 anos e 6 meses. As árvores foram cubadas individualmente, procedendo-se em adição as determinações de demais parâmetros dendométricos e silviculturais, através da utilização de discos amostrados nas posições típicas. A densidade básica média na árvore foi determinada através de expressão matemática, relacionando os respectivos valores obtidos para a madeira integral nas posições características. Os resultados obtidos através de estudos de variabilidade longitudinal da densidade básica, associados a procedimentos matemáticos, permitiram estabelecer a posição correspondente a cinquenta por cento da altura comercial, como representativa para a avaliação da densidade básica média da árvore

EM BUSCA DA QUALIDADE IDEAL DA MADEIRA DO EUCALIPTO PARA
PRODUÇÃO DE CELULOSE. IV. ALTURA IDEAL DE AMOSTRAGEM PARA
AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MÉDIA PARA ÁRVORES DE *E. grandis*

Busnardo, C. A. CREA 5559-D
Gonzaga, J. V. CREA 78358-D
Foelkel, C. E. B. CREA 33041-D
Menchelli, S. CRQ 04416189



Riocell S. A. - Guaíba - RS - Brasil

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi o de estabelecer uma posição representativa de amostragem no sentido longitudinal, para a adequada avaliação da densidade básica média da árvore. Para tal, utilizaram-se 59 árvores provenientes de um povoamento típico de *E. grandis*, com idade de 7 anos e 6 meses. As árvores foram cubadas individualmente, procedendo-se em adição as determinações de demais parâmetros dendrométricos e silviculturais, através da utilização de discos amostrados nas posições típicas. A densidade básica média na árvore foi determinada através de expressão matemática, relacionando os respectivos valores obtidos para a madeira integral nas posições características. Os resultados obtidos através de estudos de variabilidade longitudinal da densidade básica, associados a procedimentos matemáticos, permitiram estabelecer a posição correspondente a cinquenta por cento da altura comercial, como representativa para a avaliação da densidade básica média da árvore.

1. Introdução

A densidade básica da madeira é um parâmetro de máxima significância dentre as demais propriedades físicas da madeira. É uma característica bastante complexa, resultante da combinação de diversos fatores, tais como anatômicos, físicos e químicos. Para a indústria de celulose e papel, a sua avaliação adequada, fornece indicações bastante precisas acerca da impregnação dos cavacos, rendimento do processo a um determinado grau de deslignificação, bem como encontra-se intimamente associada com determinadas propriedades de resistências físico-mecânicas para a polpa resultante. Neste particular aspecto, diversos trabalhos são encontrados na literatura especializada. A despeito da variabilidade da densidade básica ser relativamente acentuada entre gêneros, deve-se considerar as variações existentes entre espécies pertencentes ao mesmo gênero, bem como entre árvores de um mesmo povoamento. Em adição, demais fatores influentes sobre a densidade básica podem estar associados à origem da semente, condições edafo-climáticas, sistemas de implantação e condução de florestas, e ritmo de crescimento, dentre outros. Do ponto de vista tecnológico, o conhecimento de tais particularidades, e sua variabilidade para uma determinada posição de amostragem, é de suma importância.

Trabalho apresentado no XX Congresso Anual da ABCP - Semana do Papel, realizado em São Paulo - Brasil - de 16 a 20 de novembro de 1987.

A utilização de amostras de madeira retiradas ao nível do DAP, e consideradas como representativas para avaliação da densidade básica para a árvore integral, é uma prática bastante consagrada. No entanto, estudos efetuados por diversos pesquisadores têm comprovado a ampla variabilidade da densidade básica no sentido axial, e que em conformidade com os modelos de variação comumente observados para o gênero Eucalyptus, raramente a posição correspondente ao DAP representa com suficiente precisão, a característica média da árvore. Desta forma, a existência de equações matemáticas relacionando a densidade básica da madeira a uma determinada posição, com a correspondente média para a árvore, é bastante frequente. No entanto, apesar da aplicabilidade de tais equações para avaliações expeditas da qualidade do povoamento, as mesmas são restritas a determinadas condições de realização dos experimentos. A sua utilização indiscriminada pode comprometer seriamente todos os estudos posteriores, relativos à avaliação econômica de povoamentos, através da densidade básica média das árvores.

Pelas considerações expostas, há a necessidade de se pesquisar uma posição ideal de amostragem no sentido axial da árvore, a fim de se obterem valores representativos para a densidade básica média para a árvore. O presente estudo tem por objetivo a ampliação de procedimentos relativos à avaliação da densidade básica média para a árvore, através da utilização de uma nova posição de amostragem, selecionada para as particulares condições do experimento, através da variabilidade do parâmetro no sentido axial, associado a procedimentos matemáticos.

2. Revisão de literatura

No Brasil, trabalhos pioneiros acerca da variabilidade da densidade básica da madeira para o gênero Eucalyptus, foram desenvolvidos por FERREIRA(1968), o qual observando a alta variabilidade existente entre as diferentes espécies e árvores da mesma espécie, sugeriu a inclusão da densidade básica em programas de melhoramento genético florestal, como um índice para seleção de árvores matrizes, a semelhança do procedimento adotado em outros países. De acordo com CARPIM & BARRICHELO(1983), a determinação da densidade básica da madeira é um dos principais ensaios tecnológicos realizados nas plantações comerciais para o gênero Eucalyptus, sendo reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para avaliação da qualidade da madeira, além de ser um importante índice para análises econômicas da floresta, podendo, para fins práticos, determinar o uso final da madeira. Na literatura especializada, grande número de trabalhos relacionando as variações dos parâmetros de qualidade das madeiras e características das polpas resultantes, são verificados.

FERREIRA(1970), estudou as madeiras de E. alba e E. saligna, com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização de amostras retiradas ao nível do DAP, como representativas da densidade média da árvore. O procedimento experimental envolveu a determinação da variabilidade média da densidade básica em relação à altura da árvore, bem como em relação a amostras coletadas no DAP. Com base nos resultados obtidos, o autor concluiu que a densidade básica média para as espécies analisadas variava linearmente em função da altura, e que a variabilidade individual entre árvores era bastante acentuada. Neste particular aspecto, PANSHIN & DE ZEEW (1970), apresentam os principais modelos de variabilidade longitudinal para a densidade básica, como sendo:

- decrescendo uniformemente com a altura,
- decrescente até o meio do fuste e crescente a partir deste ponto até o topo, e

- crescente da base para o topo, não obedecendo a um padrão uniforme de variação.

FERREIRA(1968), analisando a variabilidade da densidade básica em função do vigor, observou para o E.saligna, um acréscimo na densidade básica média da árvore, com o diâmetro a altura do peito, enquanto que para o E.alba, tal tendência não foi verificada. Embora tenham ocorridos acréscimos na densidade básica média em relação à elevação da classe diametral, as variações individuais persistiam. Para ambas as espécies estudadas, o autor concluiu que as amostras coletadas ao nível do DAP poderiam ser consideradas como estimativas da densidade básica média da árvore. Maddern(1965), citado por BRASIL & FERREIRA(1971), já afirmava existir uma forte tendência para se supor que a densidade básica média da árvore pudesse ser perfeitamente estimada por amostragens realizadas em uma adequada posição, selecionada adequadamente.

FERREIRA(1972) observou uma correlação positiva bastante significativa entre a densidade básica da madeira integral para amostras coletadas ao nível do DAP(X), com a densidade básica média para a árvore(Y), (equação 1). BRASIL et alii(1979), realizando estudos com E.grandis, chegaram a conclusão de que era possível a estimativa da densidade básica média na árvore, a partir da determinação da densidade básica da madeira integral para discos amostrados no DAP(X), por intermédio da aplicação de equação de regressão linear(equação 2).

Equação 1:

$$Y = 0,1468 + 0,7714 X$$
$$r = 0,99 \text{ (P < 0,01)}$$

Equação 2:

$$Y = 0,1256 + 0,7114 X$$
$$r = 0,85 \text{ (P < 0,01)}$$

BUSNARDO et alii(1983), utilizando árvores de E.saligna com idade de aproximadamente 9 anos e 10 meses, concluiu que embora amostragens efetuadas ao nível do DAP para avaliação da densidade básica média da árvore através da utilização de equações de regressão linear, possam ser realizadas, tal posição não se revelou como a mais significativa. Os autores concluíram que para a particular espécie e condições experimentais utilizadas, a posição correspondente a vinte e cinco por cento da altura comercial da árvore, era considerada como representativa para avaliação da densidade básica média para a árvore, obtida a partir de respectivas determinações efetuadas para a madeira integral.

3. Material e métodos

O material utilizado para a realização do presente estudo constituiu-se de árvores provenientes de um plantio comercial de Eucalyptus grandis típico, o qual apresentava características superiores em relação aos demais. O povoamento foi instalado em 1976 com sementes procedentes de Coff's Harbour, espaçamento 3x2m, elevada taxa de sobrevivência, e contava com aproximadamente 7 anos e 6 meses quando do abate. De uma área total de 43 ha, contendo aproximadamente 1530 árvores/ha, procedeu-se inicialmente a uma seleção fenotípica de indivíduos que apresentassem características superiores. Árvores defeituosas, tortas, bifurcadas ou que apresentassem sinais evidentes de ataque por fungos ou pragas, bem como de desenvolvimento silvicultural inferior em relação a média do povoamento, eram desconsideradas. Nesta etapa do estudo, 59 árvores foram selecionadas, correspondendo a uma intensidade de seleção de aproximadamente 1 árvore/0,72 ha.

3.1. Determinação de parâmetros dendrométricos e silviculturais

As árvores selecionadas foram abatidas por intermédio de um corte rente ao solo, com posterior identificação das cepas remanescentes, a fim de facilitar sua localização dentro da área experimental. Objetiva-se em continuidade ao presente estudo, a obtenção de informações relativas à qualidade da madeira em seus múltiplos aspectos, e suas inter-relações com as características da polpa resultante. Para cada árvore, procedeu-se à retirada de discos com espessura média de 3 cm, nas posições correspondentes a base, DAP, 25% H, 50% H, 75% H e 100% H, sendo H a altura comercial da árvore, considerada até um diâmetro mínimo com casca de 6 cm. Não foram efetuadas amostragens para as posições correspondentes a 3,5% H e 11% H, pois em conformidade com trabalhos anteriores dos autores, tais posições não são representativas para o objetivo em questão. As árvores foram cubadas individualmente pela aplicação da fórmula de Smalian, associada às determinações de demais parâmetros dendrométricos e silviculturais, cujos resultados médios e medidas de dispersão estão apresentados no Quadro I. Em todos os discos amostrados, efetuaram-se determinações de densidade básica para cerne, alburno, madeira integral e casca, determinações essas realizadas pelo método da balança hidrostática.

A densidade básica média da árvore foi obtida pela aplicação da expressão matemática, conforme segue:

$$DB = \frac{\left[\frac{DB_B + DB_{DAP}}{2} \right] h_1 + \left[\frac{DB_{DAP} + DB_{25\%H}}{2} \right] h_2 + \dots + \left[\frac{DB_{75\%H} + DB_{100\%H}}{2} \right] h_5}{H}$$

onde:

- DB: densidade básica média na árvore, g/cm³
- DB_B: densidade básica da madeira integral para o disco amostrado na posição da base, g/cm³
- DB_{DAP}: densidade básica da madeira integral para o disco amostrado na posição correspondente ao DAP, g/cm³
- ⋮
- DB_{100%H}: densidade básica da madeira integral para o disco amostrado na posição correspondente a 100% H, g/cm³
- h₁: altura correspondente a porção compreendida entre a base e DAP, m
- h₂: altura correspondente a porção compreendida entre o DAP e 25% H, m
- ⋮
- h₅: altura correspondente a porção compreendida entre 75% H e 100% H, m
- H: altura comercial da árvore, m.

QUADRO I - Resultados médios e medidas de dispersão para os parâmetros dendrométricos e silviculturais para as árvores amostradas.

| PARÂMETRO | \bar{X} | s | CV |
|---|-----------|-------|-------|
| Altura total, m | 24,16 | 1,014 | 4,20 |
| Altura comercial, m | 20,28 | 0,995 | 4,91 |
| Diâmetro a altura do peito, cm | 19,80 | 1,012 | 5,11 |
| Volume cilíndrico com casca, m ³ | 0,7333 | 0,124 | 16,91 |
| Volume cilíndrico sem casca, m ³ | 0,6382 | 0,112 | 17,55 |
| Fator de forma com casca | 0,549 | 0,035 | 6,38 |
| Fator de forma sem casca | 0,557 | 0,026 | 4,67 |
| Volume da árvore com casca, m ³ | 0,4019 | 0,070 | 17,42 |
| Volume da árvore sem casca, m ³ | 0,3546 | 0,058 | 16,36 |
| Volume de casca, m ³ | 0,0473 | 0,015 | 31,71 |
| % cerne na árvore, base volume | 37,83 | 7,058 | 18,66 |
| % alburno na árvore, base volume | 62,17 | 7,060 | 11,36 |
| % casca na árvore, base volume | 11,54 | 3,491 | 30,25 |
| Densidade básica do cerne na árvore, g/cm ³ | 0,407 | 0,030 | 7,37 |
| Densidade básica do alburno na árvore, g/cm ³ | 0,411 | 0,024 | 5,84 |
| Densidade básica da casca na árvore, g/cm ³ | 0,273 | 0,028 | 10,26 |
| Volume de cerne na árvore, m ³ | 0,1345 | 0,039 | 29,00 |
| Volume de alburno na árvore, m ³ | 0,2180 | 0,035 | 16,06 |
| Peso da árvore sem casca, t s.e. | 0,145 | 0,024 | 16,55 |
| Peso do cerne na árvore, t s.e. | 0,055 | 0,016 | 29,09 |
| Peso do alburno na árvore, t s.e. | 0,090 | 0,015 | 16,67 |
| % cerne na árvore, base peso | 37,59 | 7,268 | 19,33 |
| % alburno na árvore, base peso | 62,41 | 7,270 | 11,65 |
| % casca na árvore, base peso | 7,90 | 1,600 | 20,25 |
| Densidade básica para madeira integral ao nível do DAP, g/cm ³ | 0,388 | 0,033 | 8,51 |
| Densidade básica média na árvore integral sem casca, g/cm ³ | 0,412 | 0,024 | 5,83 |

\bar{X} : valor médio

s: desvio padrão

CV: coeficiente de variação

3.2. Elaboração de gráficos de variabilidade longitudinal da densidade básica

A partir dos respectivos valores de densidade básica para a madeira integral sem casca nas posições amostradas, procedeu-se a elaboração de gráficos individuais, objetivando a verificação da variabilidade do parâmetro em análise, no sentido base + topo. Para cada gráfico, na posição correspondente à densidade básica média para a árvore, traçava-se uma perpendicular ao eixo das abcissas. Dependendo do modelo de variabilidade apresentado, um número variável de interseções era verificado, o qual era associado a respectiva altura. A totalidade dos pontos de interseção foi relacionada em histogramas de distribuição de frequências relativas em classes de altura comercial, com expressões tanto em termos de porcentagem, como da altura comercial em si. Tal procedimento se revelou de grande significância, pois permitia a visualização das posições onde a equivalência com a densidade básica média para a árvore era mais acentuada. A curva média, relacionando a variabilidade longitudinal da densidade básica para a madeira integral, encontra-se apresentada na Figura 1. Nas Figuras 2 e 3, podem ser visualizados os histogramas globais de distribuição de frequências relativas em classes estabelecidas.

A visualização das Figuras 1, 2 e 3, permitiu a seleção das posições que apresentavam taxas de equivalência relativamente à densidade básica média, mais elevadas. Seleccionadas as posições mais representativas, procedeu-se à confecção de novos histogramas de distribuição de frequências relativas, para a faixa de 0 a 6% H, correspondente ao primeiro intercepto, e 10 a 90% H, correspondente ao segundo intercepto. Os respectivos histogramas para as classes de frequências utilizadas, estão mostrados nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

3.3. Modelagem matemática

Os respectivos valores individuais obtidos para a densidade básica da madeira integral nas posições amostradas, bem como os relativos à densidade básica média para a árvore, foram correlacionados entre si através de análise de regressão linear simples. A significância das correlações lineares entre pares de variáveis foi estabelecida pelos respectivos coeficientes de correlação (r), a um nível mínimo de significância de 99,5% de probabilidade. As variáveis analisadas, seus respectivos valores médios e demais medidas de dispersão, estão apresentadas no Quadro II.

Os respectivos coeficientes de correlação nos níveis de significância adotados, coeficientes angulares, lineares e valores médios para as variáveis X_i e Y_i , estão apresentados no Quadro III. Em cada correlação, a variável de menor grandeza numérica refere-se à variável independente X_i , e a variável de maior grandeza numérica refere-se à variável dependente Y_i . A equação geral é da forma: $Y_i = A_1 + B_1 X_i$, e somente as correlações significativas foram listadas.

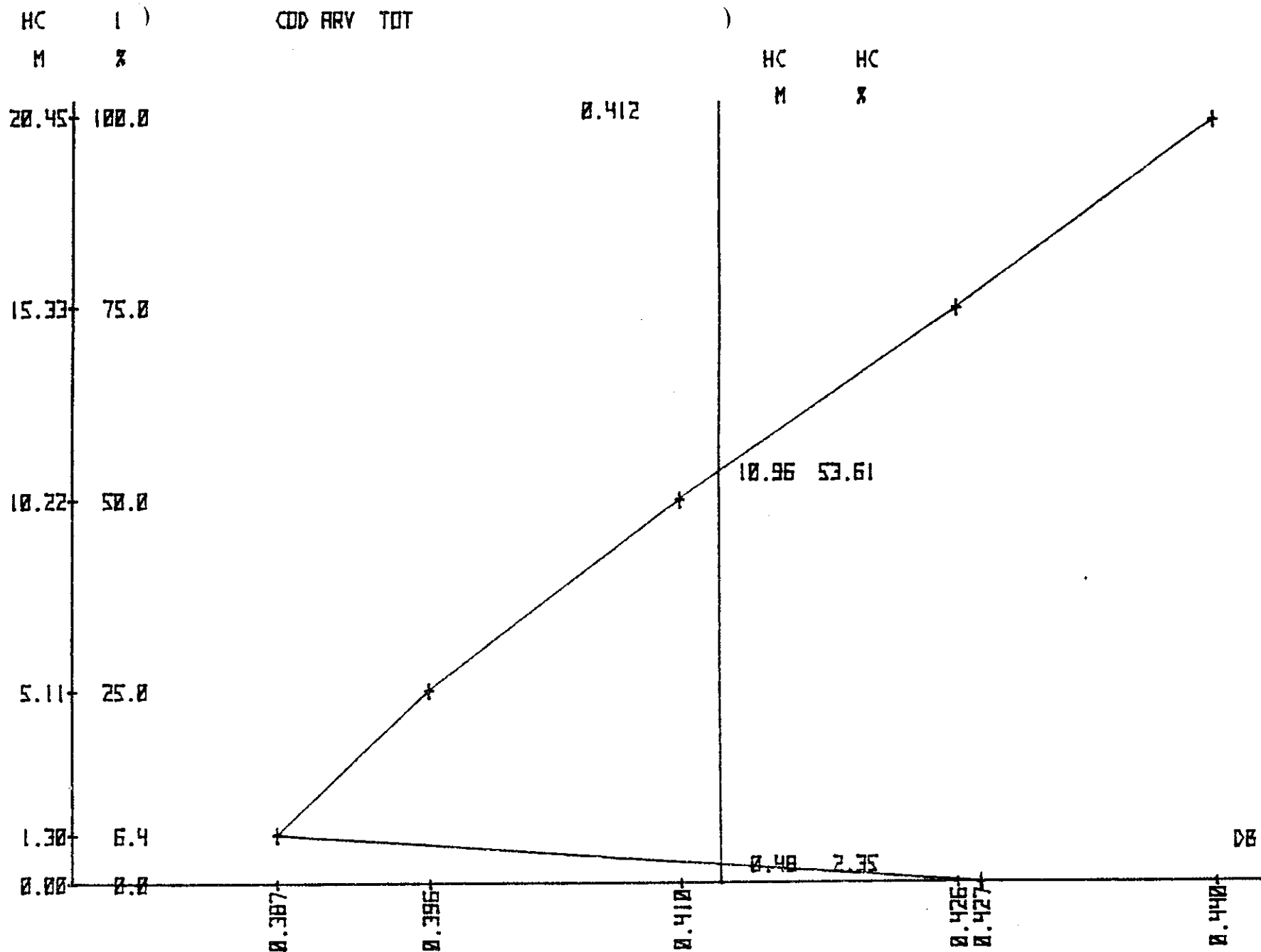
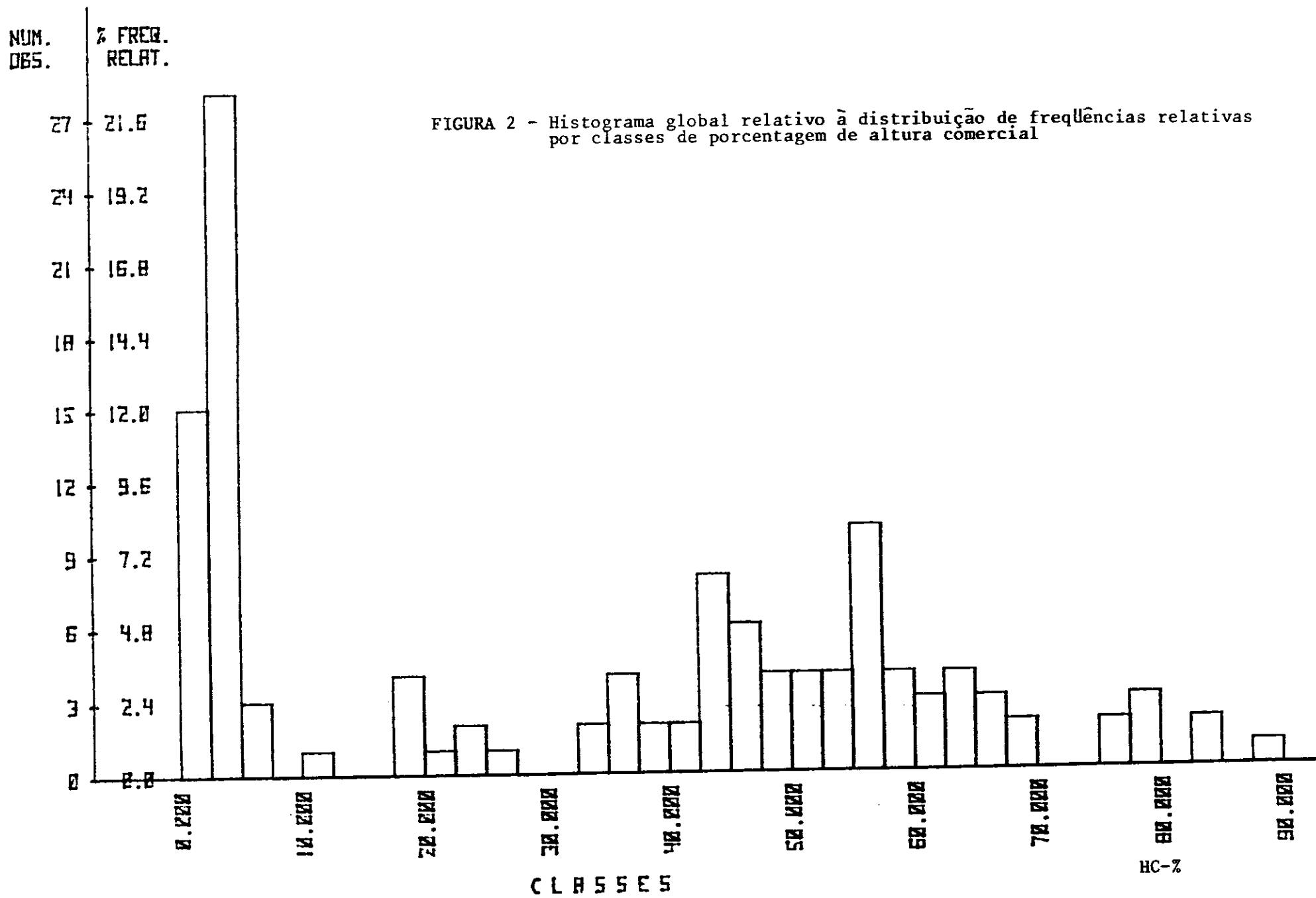
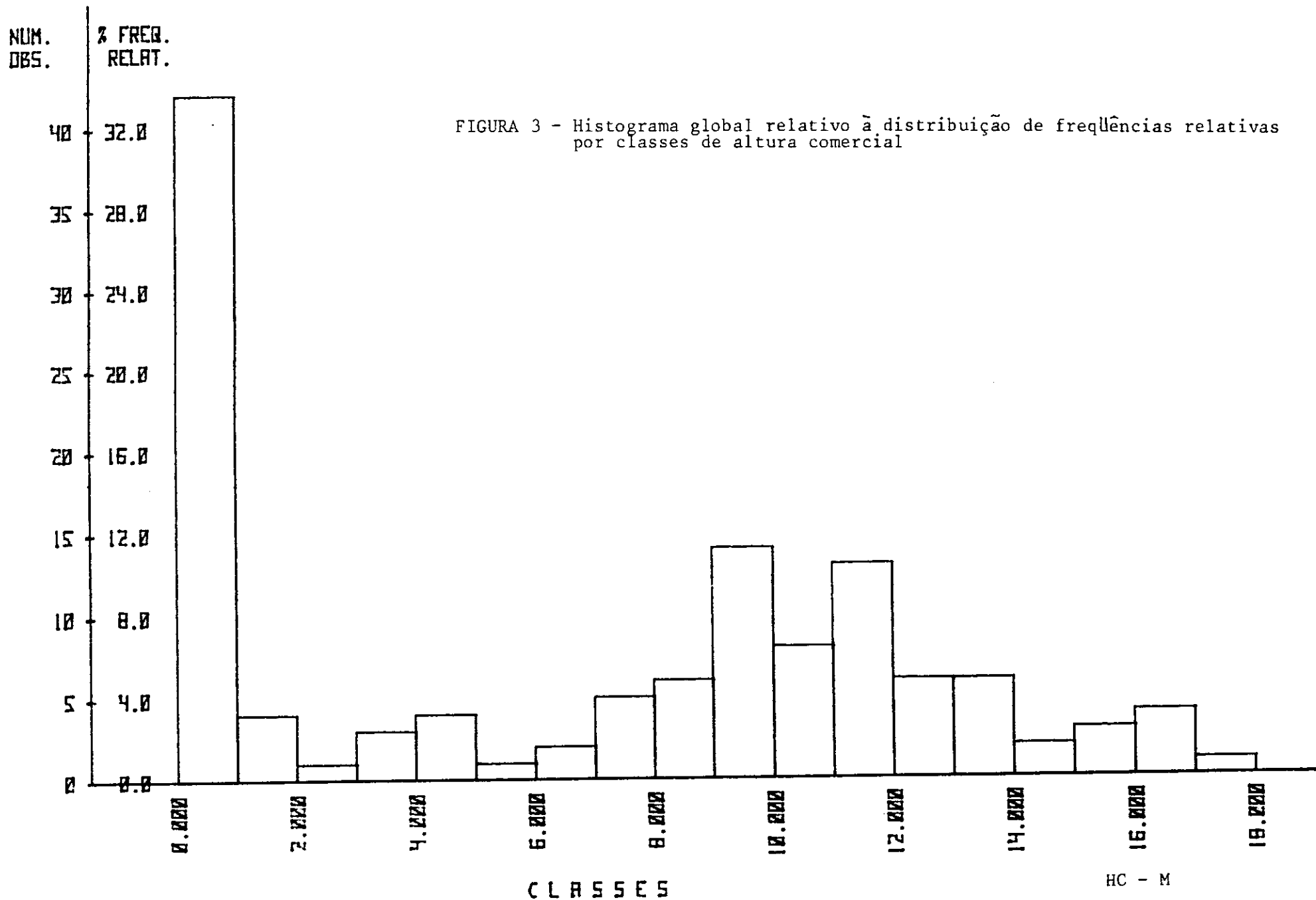
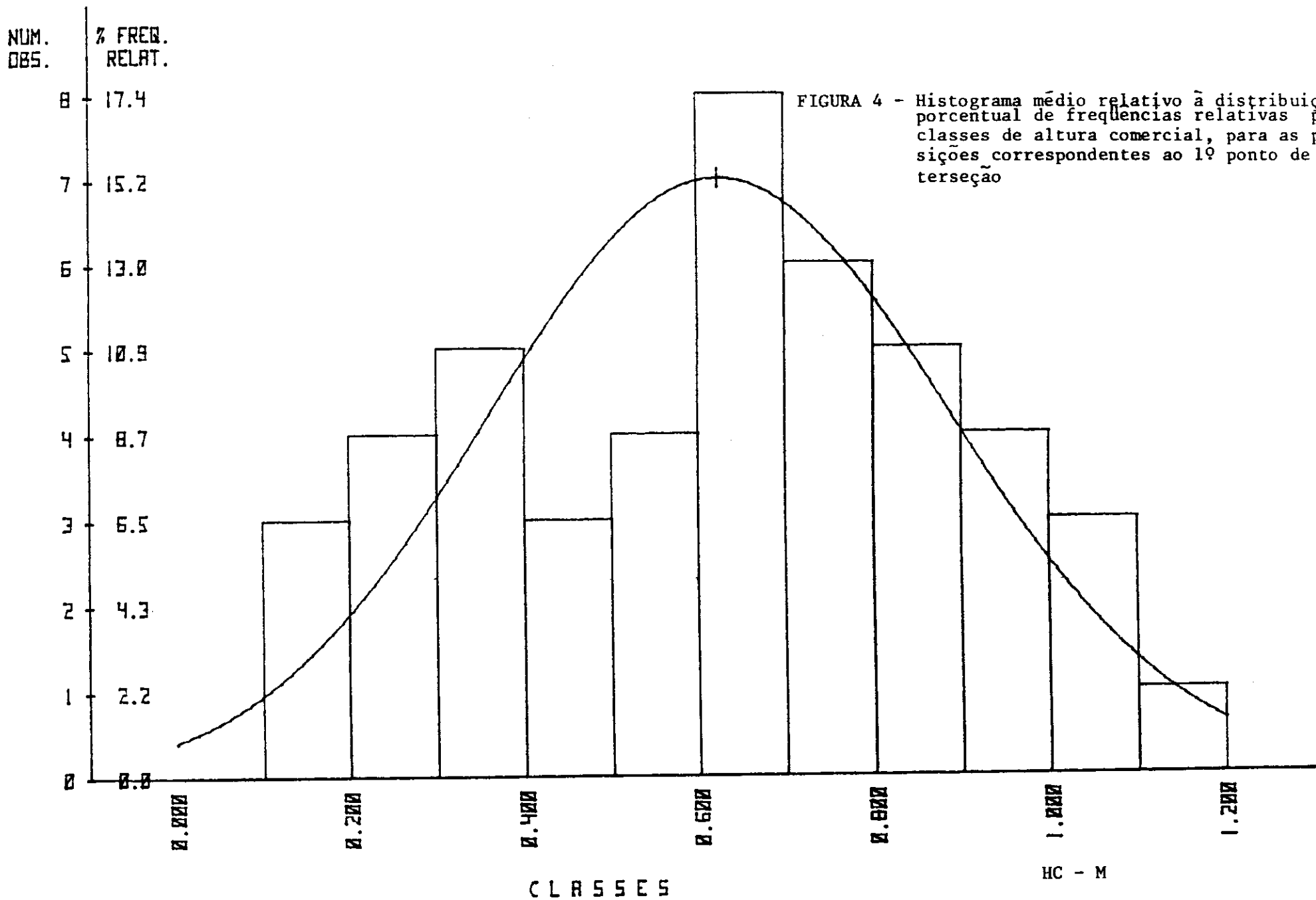


FIGURA 1 - Variabilidade da densidade básica da madeira no sentido longitudinal
 HC - M: altura comercial em metro; HC, %: altura comercial
 DB: densidade básica







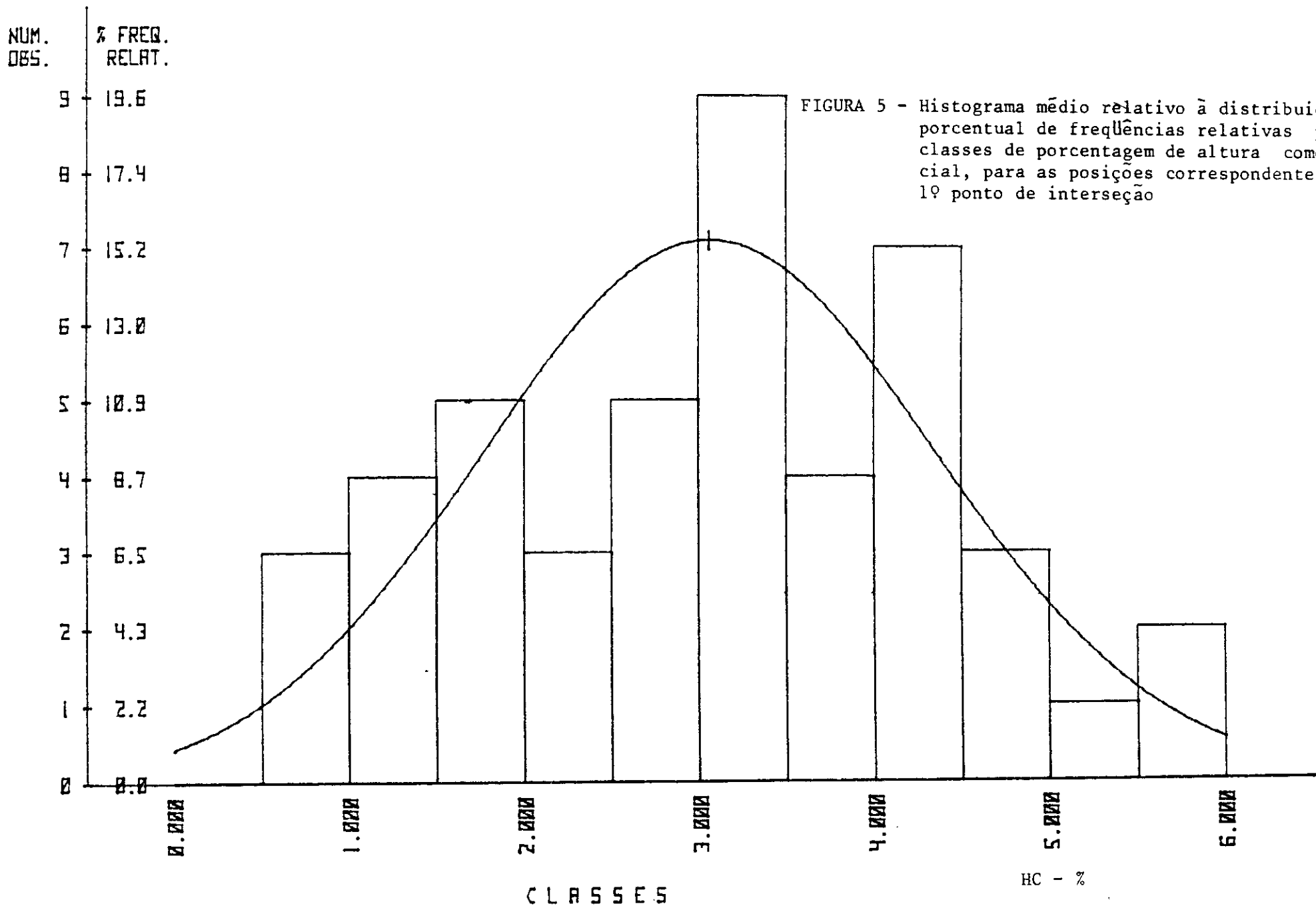
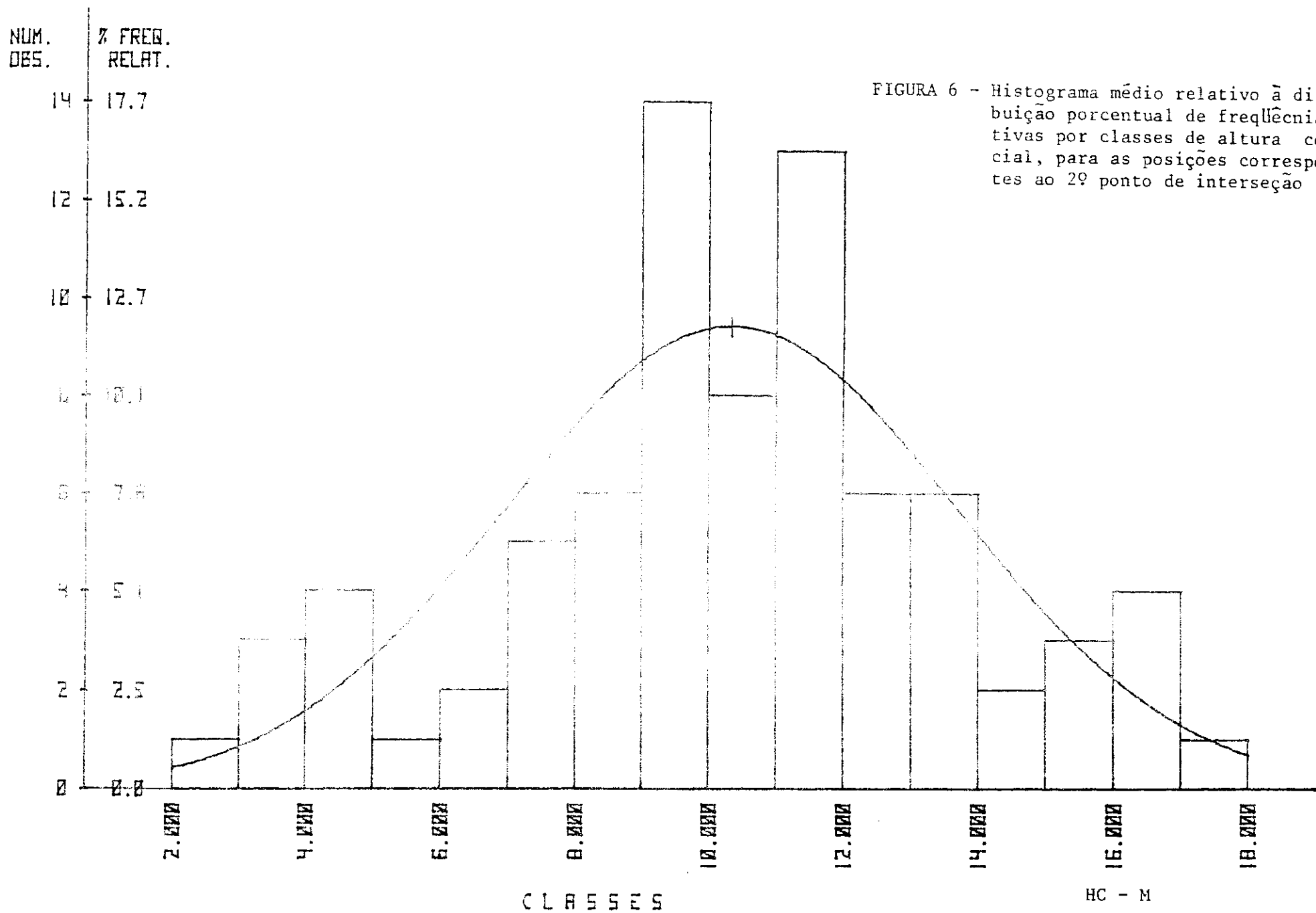


FIGURA 5 - Histograma médio relativo à distribuição percentual de freqüências relativas por classes de porcentagem de altura comercial, para as posições correspondentes a 1º ponto de interseção



NUM.
OBS.

% FREQ.
RELAT.

14
12
10
8
6
4
2
0

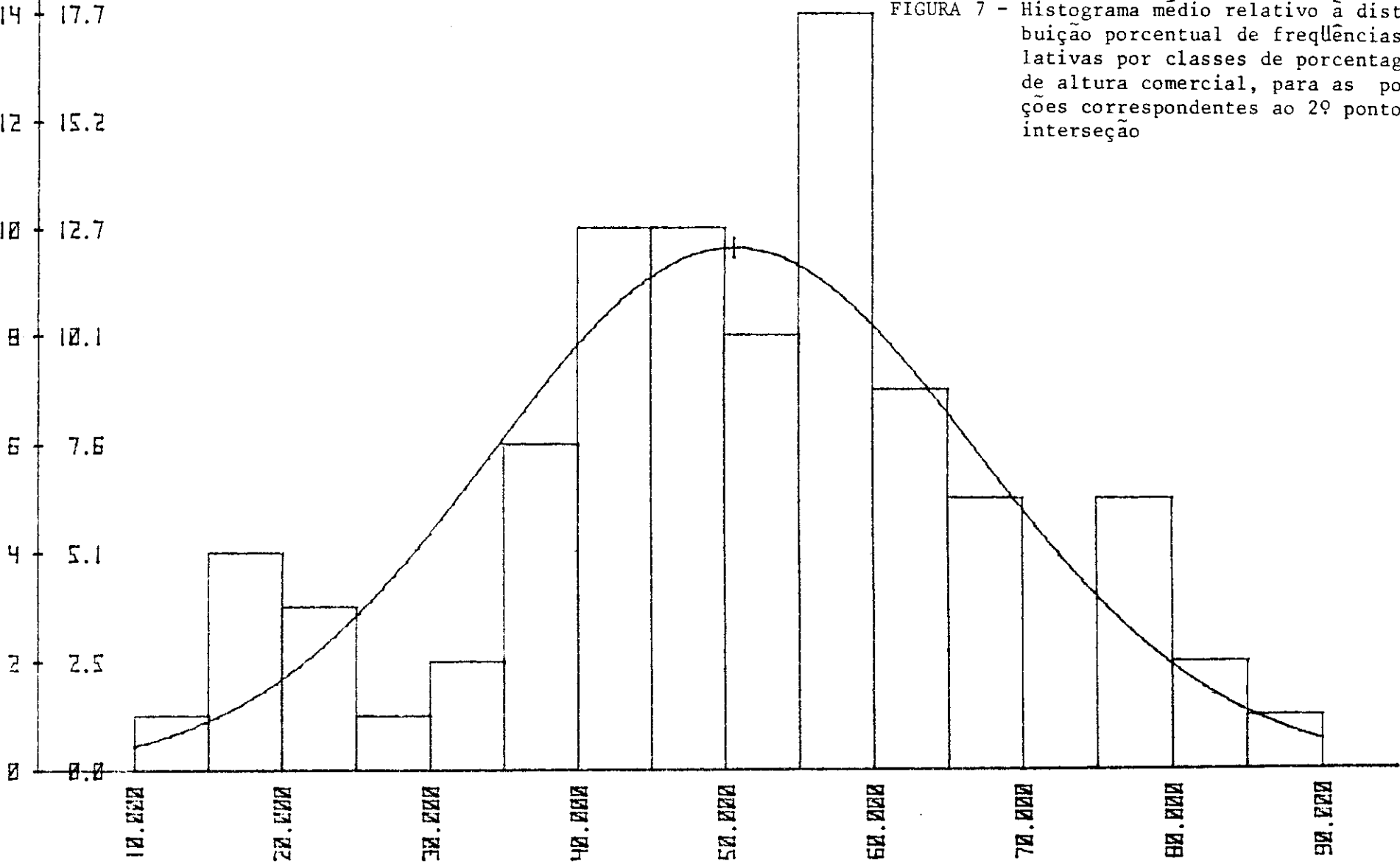
17.7
15.2
12.7
10.1
7.6
5.1
2.5
0.0

10.000
20.000
30.000
40.000
50.000
60.000
70.000
80.000
90.000

CLASSES

HC - %

FIGURA 7 - Histograma médio relativo à distribuição percentual de frequências relativas por classes de porcentagem de altura comercial, para as posições correspondentes ao 2º ponto interseção



QUADRO II - Valores médios e medidas de dispersão para as variáveis analisadas

| VARIÁVEL/NÚMERO | \bar{X} | s | CV,% | Unidade |
|--|-----------|-------|------|-------------------|
| 1. Densidade básica para a madeira integral para a posição da base | 0,4270 | 0,028 | 6,56 | g/cm ³ |
| 2. Densidade básica para a madeira integral para a posição do DAP | 0,3875 | 0,033 | 8,52 | g/cm ³ |
| 3. Densidade básica para a madeira integral para a posição 25% H | 0,3961 | 0,030 | 7,57 | g/cm ³ |
| 4. Densidade básica para a madeira integral para a posição 50% H | 0,4101 | 0,024 | 5,85 | g/cm ³ |
| 5. Densidade básica para a madeira integral para a posição 75% H | 0,4257 | 0,028 | 6,58 | g/cm ³ |
| 6. Densidade básica para a madeira integral para a posição 100% H | 0,4399 | 0,028 | 6,37 | g/cm ³ |
| 7. Densidade básica média na árvore | 0,4124 | 0,024 | 5,82 | g/cm ³ |

QUADRO III - Coeficientes de correlação, coeficientes angulares e lineares, e valores médios para os pares de variáveis significativamente correlacionados

| r | X | Y | B ₁ | A ₁ | VAR | N | SIG |
|-------------|--------|--------|----------------|----------------|-----|---|-----|
| 0.651860591 | 0.4270 | 0.3875 | 0.754120884 | 0.065490522 | 1 | 2 | 05 |
| 0.684644657 | 0.4270 | 0.3961 | 0.735301884 | 0.082118818 | 1 | 3 | 05 |
| 0.638326107 | 0.4270 | 0.4101 | 0.548255244 | 0.176049189 | 1 | 4 | 05 |
| 0.529628549 | 0.4270 | 0.4257 | 0.516792389 | 0.205025134 | 1 | 5 | 05 |
| 0.537426355 | 0.4270 | 0.4399 | 0.522019526 | 0.217064511 | 1 | 6 | 05 |
| 0.740338708 | 0.4270 | 0.4124 | 0.617707452 | 0.148638213 | 1 | 7 | 05 |
| 0.510649835 | 0.3875 | 0.3961 | 0.474064472 | 0.212379866 | 2 | 3 | 05 |
| 0.580883761 | 0.3875 | 0.4101 | 0.431263974 | 0.243031767 | 2 | 4 | 05 |
| 0.592398819 | 0.3875 | 0.4257 | 0.499657792 | 0.232073275 | 2 | 5 | 05 |
| 0.457817977 | 0.3875 | 0.4399 | 0.384392042 | 0.291007009 | 2 | 6 | 05 |
| 0.730500522 | 0.3875 | 0.4124 | 0.526849621 | 0.208237522 | 2 | 7 | 05 |
| 0.710714655 | 0.3961 | 0.4101 | 0.568375047 | 0.185020541 | 3 | 4 | 05 |
| 0.723731237 | 0.3961 | 0.4257 | 0.657539103 | 0.165247903 | 3 | 5 | 05 |
| 0.483845504 | 0.3961 | 0.4399 | 0.437596704 | 0.266631190 | 3 | 6 | 05 |
| 0.860068887 | 0.3961 | 0.4124 | 0.668167221 | 0.147738837 | 3 | 7 | 05 |
| 0.776731130 | 0.4101 | 0.4257 | 0.882419804 | 0.063766196 | 4 | 5 | 05 |
| 0.614308676 | 0.4101 | 0.4399 | 0.694727115 | 0.155016835 | 4 | 6 | 05 |
| 0.898184084 | 0.4101 | 0.4124 | 0.872524341 | 0.054525068 | 4 | 7 | 05 |
| 0.649964207 | 0.4257 | 0.4399 | 0.647012255 | 0.164530292 | 5 | 6 | 05 |
| 0.912486305 | 0.4257 | 0.4124 | 0.780250430 | 0.080242940 | 5 | 7 | 05 |
| 0.729094288 | 0.4399 | 0.4124 | 0.626279638 | 0.136847160 | 6 | 7 | 05 |

4. Discussão dos resultados

Os resultados apresentados no Quadro I, indicam um bom desenvolvimento dendométrico e silvicultural para as árvores selecionadas, na particular idade. A densidade básica média para a árvore foi inferior as normalmente verificadas para a espécie em idades similares, acarretando dessa forma, a obtenção de pesos de madeira sem casca, da ordem de 145 kg s.e. A observância dos respectivos valores para densidade básica média para as árvores, pode ser atribuída à elevada sobrevivência do povoamento, pois em conformidade com Benson(1963), citado por BRASIL & FERREIRA(1971), para as folhosas, a contínua competição entre árvores resulta em um decréscimo na densidade. Em contra partida, quanto a variação da densidade básica em relação ao incremento médio anual do povoamento, Freitas & Ferreira (1978), citado por CARPIM & BARRICHELO(1983), concluíram que menores incrementos correspondem à produção de madeira de maior densidade. Confirmando observações anteriores dos autores, a densidade básica para o cerne apresentou valores inferiores aos correspondentes do alburno, situação essa que pode ser atribuída à "juvenilidade" das árvores amostradas.

Pela observação da Figura 1, relativa à curva média da variabilidade da densidade básica no sentido longitudinal, associada às Figuras 2 e 3, duas regiões apresentam equivalência relativamente à densidade básica média da árvore. Estas posições situam-se nas regiões compreendidas entre a base e 5% H, e 42,5 a 60% H, se considerarmos maior amplitude de variação. Ampla variabilidade foi observada entre os modelos de variabilidade de longitudinal. Tal variabilidade já era esperada, em conformidade com diversas citações em literatura especializada. O modelo de variabilidade mais comumente verificado para o presente estudo, era caracterizado pelo decréscimo da densidade básica até as posições correspondentes a 25-50%H, com valores crescentes a partir destes pontos, até o topo. Tal variabilidade encontra-se em discordância de citações de BARRICHELO et alii(1983), de que para os gêneros Eucalyptus e Pinus, para a situação brasileira, a densidade básica decresce uniformemente com a altura da árvore. Pelo exposto, a observância de frequências relativas mais elevadas na região compreendida entre a base e o DAP, podem ser perfeitamente explicadas pelo modelo decrescente de variabilidade apresentado pelo gênero Eucalyptus. De uma maneira geral, a densidade básica para a madeira integral ao nível do DAP caracterizou-se por apresentar os mais baixos valores, situação essa que permite concluir que esta posição não é a ideal para a avaliação da qualidade média da árvore. Resultados similares foram observados por BUSNARDO et alii em 1982 e 1983, para o Eucalyptus saligna.

A posição relativa aos pontos de interseção situados na região compreendida entre a base e o DAP, correspondente à faixa de 0 a 6%H, conforme verificada nas Figuras 4 e 5, embora apresentando valores de frequências relativas mais elevadas, não foi selecionada como uma posição representativa, haja vista a proximidade da base, onde a influência da raiz e a deposição de extrativos é mais acentuada. Conforme pode ser observado pelas Figuras 6 e 7, relativas aos pontos de interseção na faixa de 10 a 90% H, valores mais elevados de frequências relativas foram verificados na classe correspondente a alturas comerciais de 9 a 12 m(40 a 60% H). Pela observância de valores em classes de frequências mais elevadas, a curva de distribuição normal indicou que a média situa-se na altura de 10,4 m, correspondente a 50,8% H. A pequena discrepância verificada entre os valores médios quando comparados aos correspondentes na Figura 1, pode ser atribuída à supressão de alguns valores, cujo comportamento de variabilidade era totalmente atípico.

A análise do Quadro III nos indica que correlações significativas e positivas, ao nível de 99,5% de probabilidade foram observadas quando a densidade básica da madeira integral, determinada para cada particular altura de amostragem, era correlacionada com a densidade básica média da

árvore. Observar as altíssimas correlações existentes entre a densidade básica para a madeira integral ao nível de 50% H ($r = 0,8982$) e 75% H ($r = 0,9125$), em relação à densidade básica média da árvore. No entanto, a posição correspondente a 75% H não foi considerada como uma posição representativa, pois o número de observações de frequências relativas foi reduzido em relação ao total, associado ao fato de ser influenciada sobremaneira pela posição correspondente a 100% H, caracterizada pelo elevado teor relativo de madeira em formação. Em termos práticos, os resultados obtidos para a densidade básica para a madeira integral na posição correspondente a 50% H, quando comparados aos correspondentes da densidade básica média da árvore são equivalentes, o que permite decidir pela sua representatividade. A ocorrência de pontos de densidade mais elevada em regiões próximas a 50% H possivelmente pode ser atribuída à formação de madeira de reação, formada em razão da maior exigência das forças de tensão.

Faz-se a ressalva de que a existência de uma correlação positiva e significativa entre a densidade básica ao nível do DAP e a densidade básica média para a árvore, já foi comprovada por inúmeros pesquisadores, mas a mesma não pode ser utilizada isoladamente, pois tende a fornecer subestimativas para avaliação da densidade média na árvore. Neste particular aspecto, a posição correspondente a 50% H é mais representativa, associado ao fato de já ser uma posição tradicionalmente utilizada em processos de amostragem. Haja vista a acentuada influência de parâmetros sobre a densidade básica, interagindo de forma isolada ou combinada, tal posição selecionada não pode ser utilizada indistintamente para todas as espécies do gênero Eucalyptus. BUSNARDO et alii (1983), relataram que para o Eucalyptus saligna, a posição representativa para avaliação da densidade básica média da árvore, era correspondente a 25% H.

5. Conclusão

Os resultados globais obtidos no presente estudo, permitem estabelecer a posição correspondente a 50% H como a posição representativa para avaliação da densidade básica média para árvores de Eucalyptus grandis, em povoamentos e ciclos de rotação típicos. A impraticabilidade de se proceder a ensaios não destrutivos nesta posição, situada a alturas na faixa de 10 a 11 m, não se reveste de importância fundamental, pois atualmente procedimentos de propagação vegetativa por intermédio de estacas estão em franca expansão. Pela adoção de tal técnica, há a necessidade imperiosa de se proceder ao abate da árvore, para posterior coleta das brotações. Demais posições típicas de amostragem apresentaram correlações positivas e significativas para avaliação da densidade básica média na árvore. A utilização isolada dos valores de densidade básica para estas posições, exceção feita à posição correspondente a 50% H, para estimativas da densidade básica média da árvore, é desaconselhada.

6. Literatura citada

1. BARRICHELO, L.E.G; BRITO, J.O. & BAZANELLI, A.V. Densidade básica e características das fibras de madeira de Eucalyptus grandis. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3. São Paulo, 1983. 113-125.
2. BRASIL, M.A.M & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reinw, Eucalyptus saligna Smith e Eucalyptus grandis Hill ex Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. IPEF, Piracicaba, (2/3):129-49. 1971.
3. BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica nas seções transversais do caule da base para a copa do eucalipto. IPEF, Piracicaba, (15):73-82. 1979.
4. BUSNARDO, C.A.; ODONE, C.C.N.; MENOCELLI, S.; BORSSATO, I.; GONZAGA, J.V. & FOELKEL, C.E.B. Estudo comparativo da qualidade da madeira de três procedências de Eucalyptus saligna introduzidas na região de Guaíba - RS. Guaíba, RIOCELL, 1982. 25p. (Trabalho entregue para publicação na revista O PAPEL).
5. BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; DIAS, C. & MENOCELLI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose. III. A importância da altura de amostragem para avaliação da densidade básica média da árvore. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3. São Paulo, 1983. 55-72.
6. CARPIM, M.A. & BARRICHELO, L.E.G. Variabilidade da densidade de madeira de Eucalyptus spp. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3. São Paulo, 1983. 127-137.
7. FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reinw e Eucalyptus saligna Smith, Piracicaba, 1968. 72p. (Tese de Doutorado).
8. FERREIRA, M. Estudo da variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reinw e Eucalyptus saligna Smith. IPEF, Piracicaba, (1):83-96. 1970.
9. FERREIRA, M. Variação da densidade básica de madeira de povoamentos comerciais de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. IPEF, Piracicaba, (4):65-89. 1972.
10. PANSHIN, A.J. & DE ZEEW, C. Textbook of wood technology. New York, Mc Graw - Hill, 1970, 705p.