



SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
COORDENADORIA DA PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS  
INSTITUTO FLORESTAL

ANÁLISE DE TRONCO DE *PINUS ELLIOTTII* VAR. *ELLIOTTII*  
ATRAVÉS DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

*Hideyo AOKI*  
*Masamichi CHYO*  
*Nobor HAGA*

|              |           |      |           |           |
|--------------|-----------|------|-----------|-----------|
| Public. I.F. | São Paulo | n.28 | pág. 1-41 | out. 1986 |
|--------------|-----------|------|-----------|-----------|



PUBLICAÇÃO I.F.

São Paulo, Instituto Florestal

1972 - 1979, 1 - 21

interrompida de 1980 a 1982

1983, 22

1984, 23 - 24

1985, 25 - 25

1986, 27 - 28





PUBLICAÇÃO DO INSTITUTO FLORESTAL  
número 28, outubro de 1986

SUMÁRIO

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                          | 1  |
| ABSTRACT .....                                        | 1  |
| 1 INTRODUÇÃO .....                                    | 2  |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA .....                         | 2  |
| 3 MATERIAL E MÉTODO .....                             | 4  |
| 3.1 Material .....                                    | 4  |
| 3.1.1 Espécie analisada .....                         | 4  |
| 3.1.2 Descrição da área .....                         | 4  |
| 3.2 Método .....                                      | 5  |
| 3.2.1 Escolha da árvore padrão .....                  | 5  |
| 3.2.2 Derrubada, medição e retirada dos discos .....  | 5  |
| 3.2.3 Idade da árvore .....                           | 5  |
| 3.2.4 Contagem do número de anéis .....               | 6  |
| 3.2.5 Comprimento radial dos anéis .....              | 6  |
| 3.2.6 Cálculo do diâmetro dos discos .....            | 7  |
| 3.2.7 Cálculo de altura em diferentes idades .....    | 8  |
| 3.2.8 Cálculo de área basal .....                     | 10 |
| 3.2.9 Cálculo de volume .....                         | 11 |
| 3.2.10 Cálculo de incremento em porcentagem .....     | 13 |
| 4 RESULTADOS .....                                    | 15 |
| 4.1 Número de secções e discos .....                  | 15 |
| 4.2 Idade da árvore .....                             | 16 |
| 4.3 Diâmetro médio dos anéis por período .....        | 16 |
| 4.4 Volume de tronco .....                            | 16 |
| 4.5 Incremento em DAP .....                           | 16 |
| 4.6 Incremento de área basal .....                    | 16 |
| 4.7 Incremento em altura .....                        | 16 |
| 4.8 Incremento em volume .....                        | 16 |
| 4.9 Representação gráfica da análise do tronco .....  | 23 |
| 4.10 Curvas de incremento .....                       | 23 |
| 4.11 Análise de tronco para o período de 3 anos ..... | 26 |
| 4.12 Análise de tronco para o período de 5 anos ..... | 32 |
| 5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....                        | 38 |
| AGRADECIMENTOS .....                                  | 39 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                      | 39 |



ANÁLISE DE TRONCO DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* ATRAVÉS DOS  
ANÉIS DE CRESCIMENTO

Hideyo AOKI\*  
Masamichi CHYO\*\*  
Nobor HAGA\*

RESUMO

Trata-se de um estudo sobre análise de tronco de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, de 21 anos de idade, da Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo, administrado pelo Instituto Florestal de São Paulo. A contagem e medição dos anéis de crescimento anuais em discos cortados ao longo do tronco a intervalos de 2 m, permitiram obter dados sobre incrementos em diâmetro à altura do peito (DAP), altura, área basal e volume, e verificar as épocas de estagnação do povoamento.

Palavras-chave: anéis de crescimento, *Pinus elliottii*, incremento, análise de tronco.

ABSTRACT

This paper deals with the stem analysis of 21 years old *Pinus elliottii* var. *elliottii*, planted on the Santa Bárbara do Rio Pardo State Forest, administrated by the São Paulo State Forestry Institute. The annual growth rings measurement in discs cut at intervals of 2 m along the stem permitted the estimation of the DBH, height, basal area and volume increments. Also it was possible to verifie the occurrence of plantation stagnation periods.

Key words: growth rings, *Pinus elliottii*, increment, stem analysis.

---

(\*) Instituto Florestal. Caixa Postal 1.322 - 01000 - São Paulo, SP. Brasil.

(\*\*) Prof. Assistente Doutor da Universidade de Kyushu - Fukuoka, 812 - Japan.



## 1 INTRODUÇÃO

A análise de tronco através da contagem e medição dos anéis de crescimento, é um método de avaliação do desenvolvimento de uma árvore, que permite estabelecer, a partir do conhecimento de fatores como influência do meio ambiente, época de estagnação, prognóstico do crescimento futuro, incremento periódico médio anual etc., o manejo mais adequado para determinado povoamento.

Neste trabalho, fez-se um estudo dos anéis de crescimento de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, de 21 anos de idade, por períodos de 1, 3 e 5 anos, cujo incremento é apresentado em termos de DAP, altura, área basal e volume. Verificou-se que, a análise de tronco possibilita não só estimar a idade, mas também determinar as épocas mais adequadas para os desbastes.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo GLOCK (1973), a análise dos anéis de crescimento é um procedimento que consiste de 3 etapas: a) leitura dos anéis em uma seqüência pela enumeração dos mesmos, o estabelecimento de continuidade na seqüência e das profundidades relativas dos anéis; b) correlação da seqüência com outras de árvores diferentes; e c) união de muitas seqüências em uma seqüência mestre ou a transferência de datas do calendário para os anéis individuais. Em geral, os anéis são primeiramente lidos e então datados.

KISSIN (1950), verificou que a contagem dos anéis, sobretudo nas árvores dominantes e codominantes, dá uma indicação razoavelmente correta da idade, sendo possível através da análise de tronco ter uma idéia do desenvolvimento da árvore no passado. Da mesma forma, GOMES (1957) considera que a determinação rigorosa da idade de uma árvore pode ser feita mediante contagem dos anéis de crescimento.

Segundo SPURR (1952), a análise pode ser feita na base do tronco, ou na base e no topo do tronco (forma simplificada) ou ainda através da sonda de Pressler.



Autores como Koriba e Lojan apud LOJAN (1967), consideram que a possibilidade dos anéis de crescimento serem anuais, depende da espécie e possivelmente do local de ocorrência, pois existem espécies com um período anual de crescimento e outras com dois períodos ao ano, e aquelas que possuem uma periodicidade variável. FAHN (1958), GILL (1971) e KOSLOWSKI (1971) mencionam que é comum a possibilidade de serem formados diversos anéis de crescimento por ano, salientando ainda a necessidade de serem observados os efeitos do ambiente sobre o incremento anual.

GOOR et alii (1975), determinaram através da análise de tronco de *Pinus elliottii*, a forma da curva de crescimento em altura, salientando "que tal procedimento só é possível em plantações que possuam um período de dormência perfeitamente definido".

Segundo VEIGA (1977), um povoamento deve sofrer o 1º desbaste quando é atingida a "estagnação teórica", a qual varia em função do espaçamento.

OLIVEIRA SANTOS (1979), menciona que o estudo dendrocronológico pode descrever os prováveis acontecimentos que ocorrem durante a vida de uma árvore, ao se analisar uma seção transversal do seu tronco, pelo comportamento dos anéis de crescimento anuais.

Para a FAO (1980), o método de análise de tronco permite a reconstrução do histórico do crescimento de uma árvore através da derrubada da árvore, retirada de discos do tronco a intervalos de 2m, e contagem e medição cuidadosa dos anéis de crescimento, quando estes são bem visíveis.

Para ZOBEL (1965/66) o *Pinus elliottii* apresenta um "crescimento inicial rápido que diminui significativamente em torno dos 30 anos nas melhores localidades e frequentemente aos 15 anos ou menos nas mais pobres". Para GURGEL FILHO (1965/66), o crescimento em diâmetro é afetado pela densidade do maciço a partir do 4º ano de idade do povoamento.

De acordo com os estudos de GOLFARI (1967), a região compreendida pela Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo está no limite da considerada ecologicamente favorável pa



#### 4 AOKI, H. et alii. Análise de tronco de *Pinus elliottii* ...

ra o desenvolvimento do *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Inclusive, GOOR (1965/66) menciona que o tipo climático Cwa, no qual a dependência está incluída, pode apresentar certas restrições para esta espécie, como o aparecimento de descoloração das acículas durante o inverno.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1. Material

##### 3.1.1 Espécie analisada

Escolheu-se a espécie *Pinus elliottii* var. *elliottii*, de 21 anos de idade, talhão nº 15, da Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo, pertencente ao Instituto Florestal. Plantada no espaçamento inicial de 1,5 m x 1,5 m, sofreu o primeiro desbaste em maio de 1974 (50%) e o 2º em abril de 78 (50%).

##### 3.1.2 Descrição da área

A Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo localiza-se no município de Águas de Santa Bárbara, entre as coordenadas geográficas de 22º53' de latitude sul e 49º14' de longitude oeste, numa altitude variável de 510 a 700 metros.

O solo apresenta as seguintes unidades taxonômicas: Latosolo Roxo (LR), Latosolo Vermelho Amarelo-fase arenosa (LVa) e Regosolo "intergrade" para Podzólico Vermelho Amarelo - grupoamento indiscriminado (RPV-RLV).

O clima é do tipo Cwa, quente de inverno seco, com temperatura média do mês mais quente em torno de 23°C e do mês mais frio, em torno de 16°C. A precipitação média anual varia de 1200 a 1400 mm, sendo a média do mês mais seco menor que 30 mm e apresentando deficiência anual de água de 50 a 80 mm (VENTURA et alii, 1965/66).



### 3.2 Método

#### 3.2.1 Escolha da árvore padrão

Para a seleção da árvore padrão, coletou-se dados de DAP de todas as árvores contidas numa parcela de 20 m x 20 m, do talhão nº 15 e optou-se pela árvore média com DAP de 22,00 cm.

#### 3.2.2 Derrubada, medição e retirada dos discos

A árvore pode ser cortada em diferentes alturas: 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m ou a 1/3 do DAP. Neste trabalho cortou-se 0,10 m de altura, a mais comum na região, devido principalmente a topografia plana.

Após a derrubada da árvore, efetua-se o desgalhamento e a marcação das secções, com a primeira e a última secção tendo o comprimento de 1,00 m e as demais 2,00 m. O ponteiro deve ter no máximo 2,00 m. Em seguida cortam-se as secções e retiram-se os respectivos discos, inclusive a 1,30 m (DAP). Durante a medição deve-se tomar o cuidado para se incluir os 0,10 m do cepo.

A espessura dos discos deve ser de aproximadamente 3 a 5 cm, nos quais são anotados o número, altura, data e o responsável pelo estudo. Deve-se evitar o despreendimento da casca e o aparecimento de rachaduras.

No caso de existência de nós, deve-se cortar o disco um pouco abaixo ou acima do local pré-determinado na medição.

#### 3.2.3 Idade da árvore

Inicialmente, os discos devem sofrer processo de secagem natural, a fim de eliminar a presença de líquidos ou resinas que dificultam não só a contagem dos anéis como o próprio manuseio. O tempo de secagem deve ser o suficiente para evitar a ocorrência de rachaduras.

A seguir, faz-se o alisamento de uma das faces do disco para facilitar a leitura dos anéis e a determinação da idade.



6 AOKI, H. et alii. Análise de tronco de *Pinus elliottii* ...

de da árvore. No reflorestamento a data de plantio geralmente é conhecida. Desconhecendo-se a época de plantio, determina-se a idade na altura do corte da árvore (0,10 m; 0,20 m ou 0,30 m) e a seguir a idade de uma árvore jovem na mesma altura de corte da adulta, obtendo-se a idade exata, pela soma das duas leituras.

#### 3.2.4 Contagem do número de anéis

A contagem deve ser feita da casca para o centro.

Uma vez determinada a idade, divide-se o disco em 4 partes, traçando-se uma linha pelo centro no sentido de maior diâmetro e outra perpendicularmente à anterior (FIG. 1).

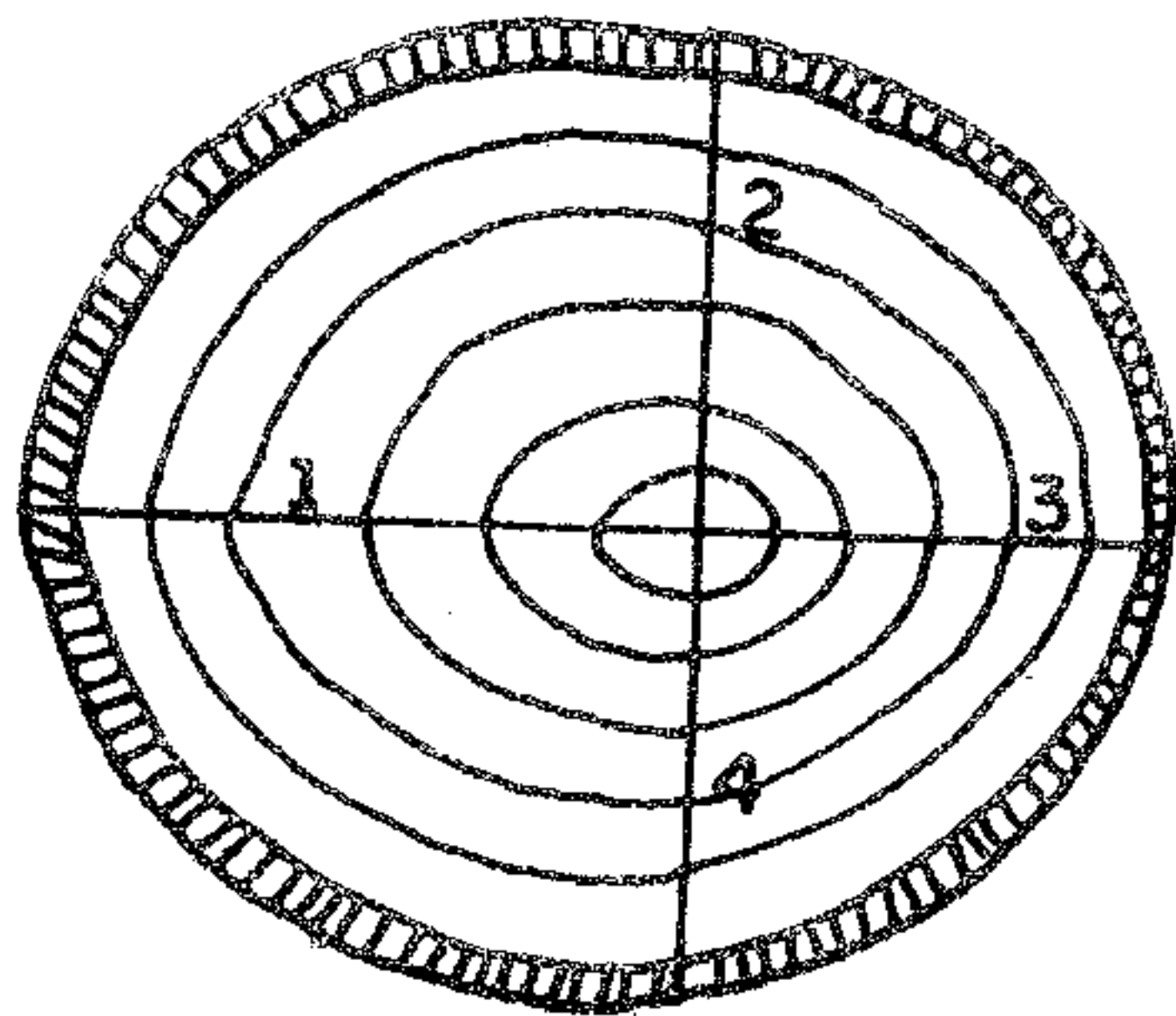


FIGURA 1 - Divisão do disco em 4 partes.

O nº de anéis deve ser sempre o mesmo nos 4 raios e no gênero *Pinus*, geralmente a atividade de câmbio vascular não é afetada pelas variações do clima e os anéis são anuais.

#### 3.2.5 Comprimento radial dos anéis

Encerrada a contagem do número de anéis, faz-se a medição do comprimento radial, tomando-se por base o centro dos mesmos. Geralmente, o agrupamento por período é feito a cada 5 anos.

No caso de árvores de mais de 100 anos, pode-se agrupar a cada 10 anos; em árvores jovens, por exemplo de 20

Phyto. I.F., São Paulo, 28:1-41, outubro, 1986.



anos, faz-se o agrupamento a cada ano, pois se o fizer a cada 5 anos, haverá apenas 4 períodos, o que poderá acarretar erros na análise do tronco.

Neste trabalho, o *Pinus elliottii* de 21 anos, foi agrupado para o período de 1 ano, 3 e 5 anos.

Para facilitar a contagem dos anéis deve-se marcar os locais das respectivas idades. O comprimento radial dos anéis deve ser medido sempre a partir do centro.

### 3.2.6 Cálculo do diâmetro dos discos

Os dados de diâmetro médio obtidos da medição dos 4 raios, com aproximação de mm, permitem o cálculo do diâmetro médio ao nível do solo (0,0 m) e das alturas dos respectivos discos.

Normalmente faz-se o cálculo do volume a partir do corte, porém na análise de tronco determina-se o volume total. Para tanto calcula-se o volume do cepo, cujo diâmetro é conhecido a partir dos diâmetros às alturas de 0,10 m e 1,10 m (FIG. 2).

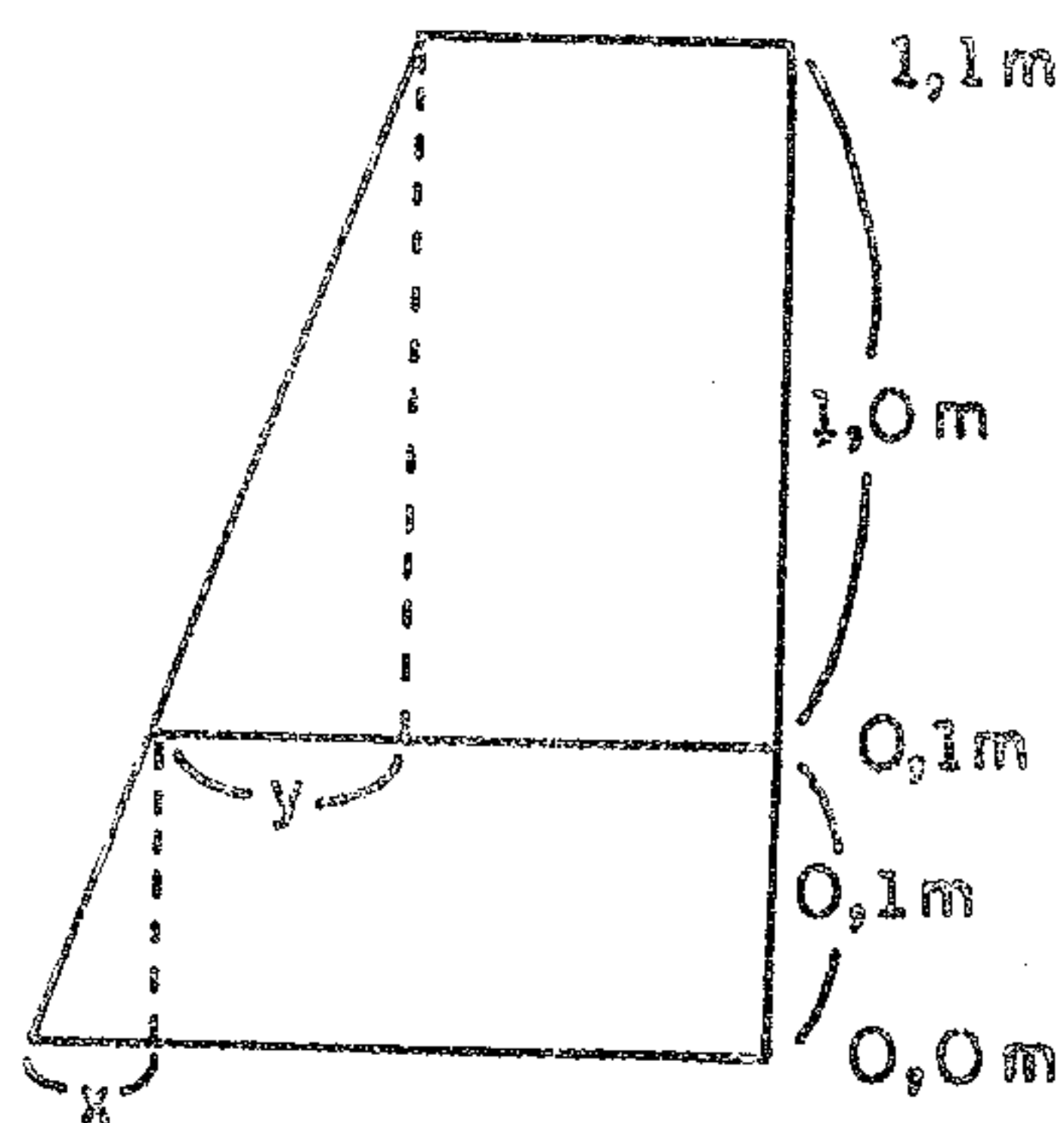


FIGURA 1 - Cálculo do diâmetro às alturas de 0,0 m, 0,1 m, e 1,1 m.

Para árvores abatidas às alturas de 0,20 m e 0,30 m, a correlação:



$$a) y : x = 1,00 : 0,20$$

$$x = 0,20 y$$

$$b) y : x = 1,00 : 0,30$$

$$x = 0,30 y$$

Portanto o cálculo do diâmetro ao nível do solo depende da altura do corte da árvore.

Para cálculo dos diâmetros às idades de 1,2 e 3 anos, utilizam-se dados do 4º ano.

Por outro lado, como para a idade de 1 ano não existem dados a 1,10 m e 0,10 m, acha-se o valor da razão entre altura na idade de 1 ano e altura do disco nº 1, que multiplicado pela diferença de diâmetro aos 2 anos de idade, obtém-se o diâmetro à altura de 0,00 m na idade de 1 ano.

### 3.2.7 Cálculo de altura em diferentes idades

A determinação de altura é feita indiretamente por períodos de 1 ano: na altura de 0,10 m a idade é de 20 anos, portanto demorou 1 ano até atingir essa altura; na altura de 1,10 m a idade é de 18 anos, significando que demorou 3 anos até atingir essa altura ( $21 - 18 = 3$ ). Como entre 0,10, e 1,10m houve um período de 2 anos ( $20 - 18 = 2$ ), significa teoricamente que cresceu 0,50 m a cada ano.

Considerando-se que a altura de crescimento do 2º ano está entre 0,10 m e 1,10 m, o cálculo é feito da seguinte forma:

$$h = \text{diâmetro do disco inf.} + \frac{\text{comp. entre discos}}{\text{período entre discos}} \times$$

período em relação ao disco inferior

Pode-se também, determinar a altura em diferentes idades através da utilização do desenho esquemático ou da representação gráfica:



## a) Desenho esquemático

A demarcação dos anéis de crescimento é feita com linha cheia até determinada altura do disco e a do crescimento do ponteiro, com linha pontilhada, paralelamente aos anéis adjacentes até cruzar a linha principal ou central do disco (FIGURA 3). Essa alternativa é utilizada para análise de tronco para agrupamento de 1 ano.

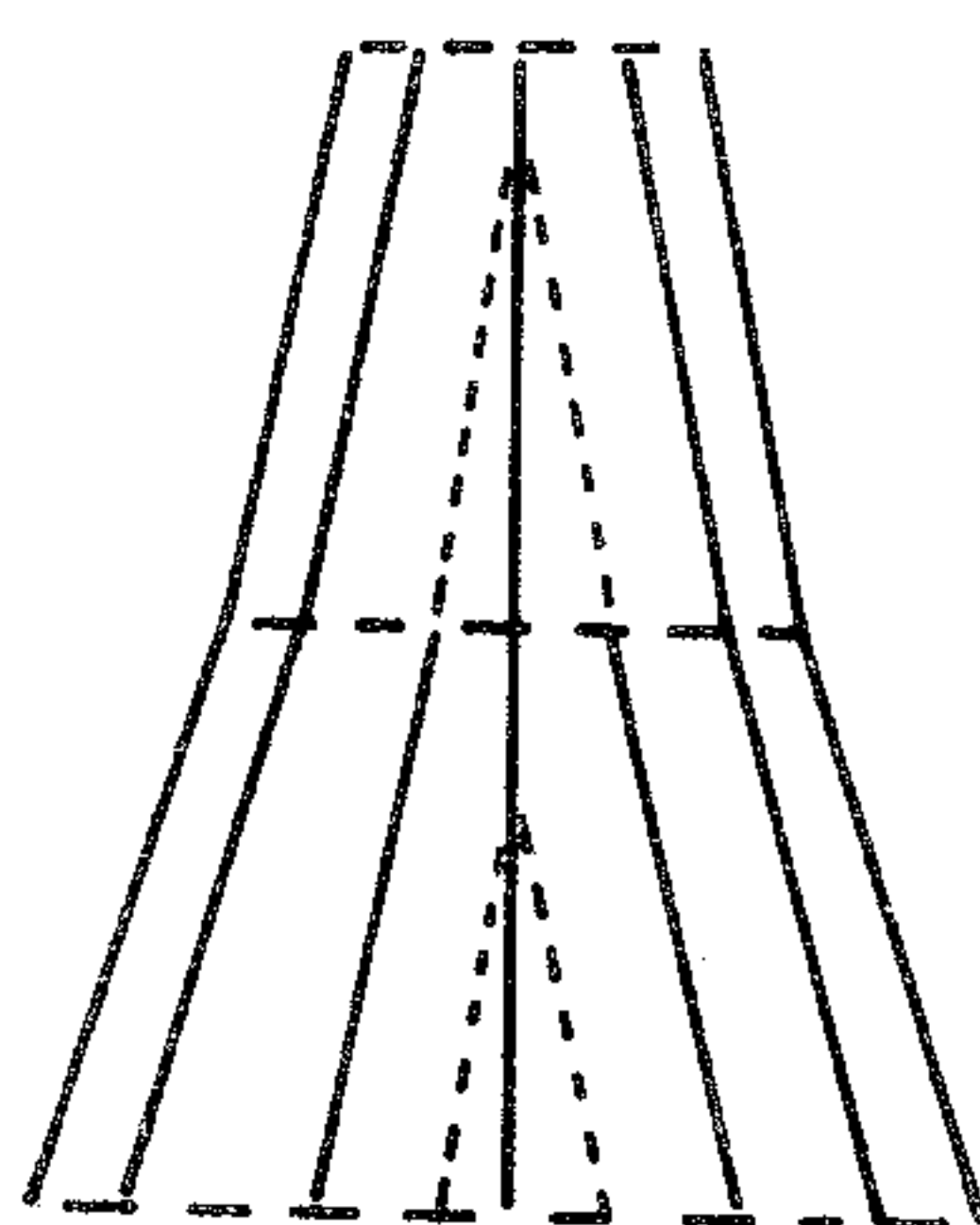


FIGURA 3 - Desenho esquemático do desenvolvimento dos anéis de crescimento

## b) Representação gráfica

No caso de representação gráfica, são colocados dados de altura no eixo das ordenadas e os de idade no eixo das abcissas (FIGURA 4). As maiores dificuldades nesse sistema são a determinação da altura correta entre 2 discos e a impossibilidade de determinar a idade e altura a partir do último disco.

Quando o traçado dos anéis de crescimento for irregular, corrige-se no próprio gráfico ou então realiza-se nova contagem.



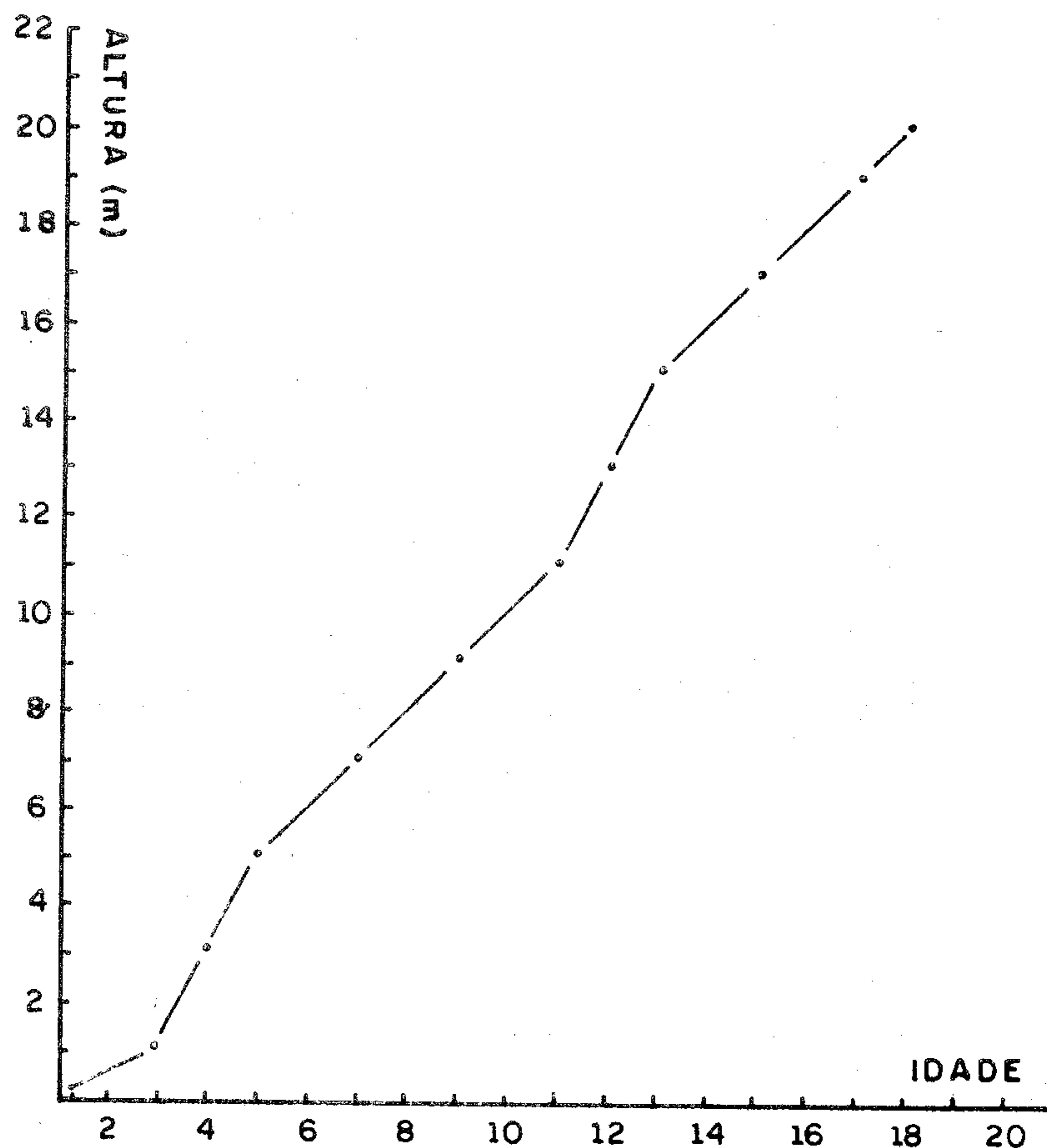


FIGURA 4 - Representação gráfica do incremento dos anéis de crescimento

### 3.2.8 Cálculo de área basal

O cálculo de área basal (g) é feito com aproximação de até 4 casas após a vírgula, através da fórmula  $g = \pi r^2$ , onde  $r$  é a média dos raios em metros.

Para o cálculo de área basal a partir de 0,10 m de altura, leva-se em consideração o valor do diâmetro médio a 1,00 m, que é o ponto médio da secção de 2,00 m. Para facilitar o cálculo e a visualização, deve-se escrever os números comple



tos na 1.<sup>a</sup> linha e nas demais, apenas o nº inteiro.

### 3.2.9 Cálculo de volume

#### a) Volume do tronco

Para o cálculo de volume do tronco, divide-se o mesmo em secções de 2 m de comprimento. Inicialmente mede-se 1 metro a partir da altura de corte (0,10m) e a seguir a cada 2 metros; se o ponteiro ultrapassar 2 metros, mede-se mais 1 metro (FIGURA 5).

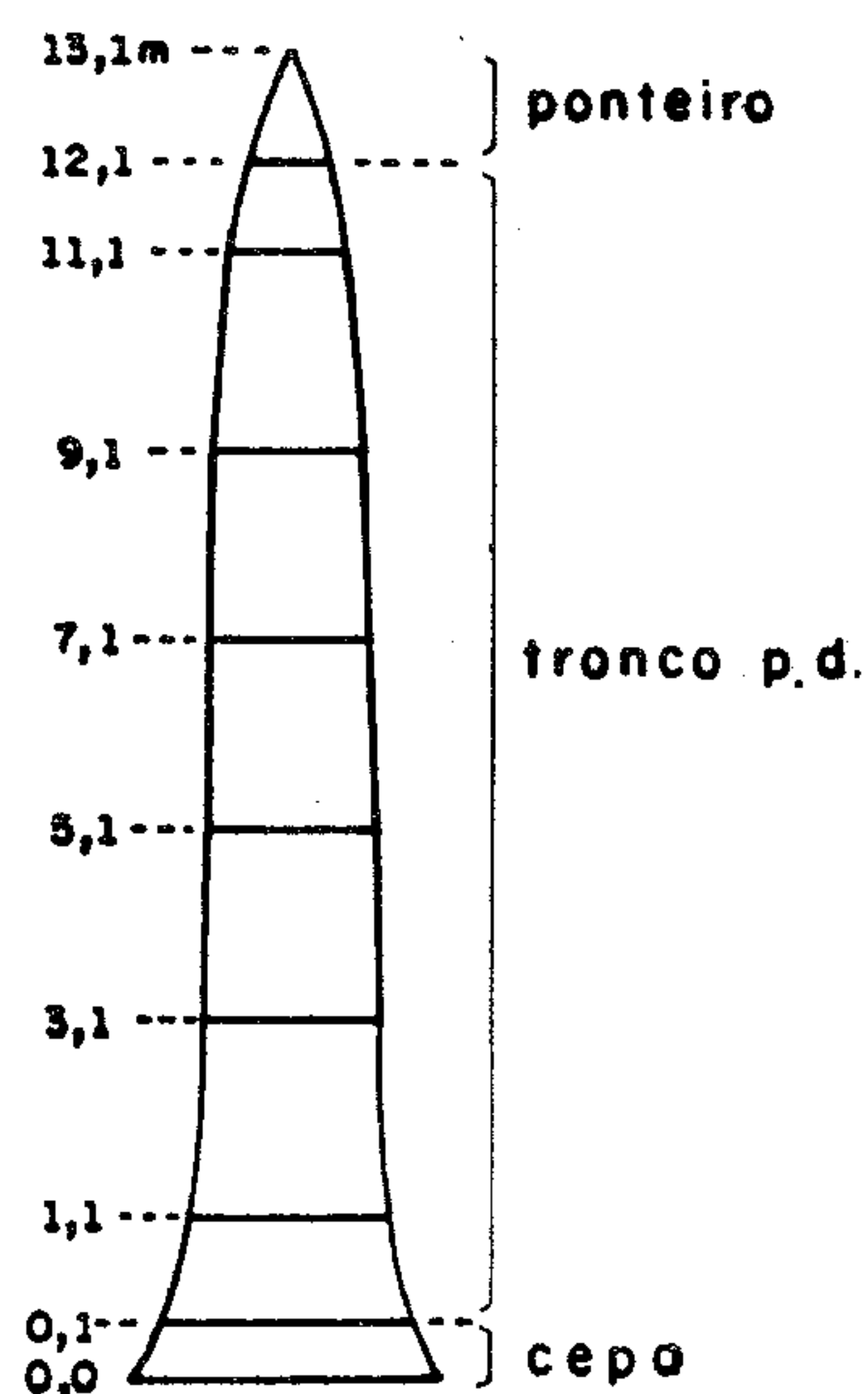


FIGURA 5 - Divisão do tronco em 3 partes

Para o cálculo do volume total do tronco (V) utiliza-se a fórmula:  $V = \sum g \times h$

No cálculo de volume não são considerados os dados de 0,00 e 0,10m referentes ao cepo.

Em cada período existe uma altura de crescimento, a qual é determinada utilizando-se dados de diâmetro e de área basal.

#### b) Volume do cepo

Para o cálculo do volume do cepo (0,00 a 0,10 m), utiliza-se a fórmula de Smalian:

$$V = \frac{g_{0,0} + g_{0,1}}{2} \times 0,1 \begin{cases} g_{0,0} = \text{área basal a } 0,00 \text{ m} \\ g_{0,1} = \text{área basal a } 0,10 \text{ m} \end{cases}$$



No 1º ano inexistente área basal e portanto não é possível calcular o seu volume; no 2º e 3º ano, os valores são muito pequenos e não são considerados para efeito de cálculo.

c) Volume do ponteiro

Para o cálculo do volume do ponteiro (V) utiliza-se a fórmula do cone:  $V = g \cdot \frac{1}{3} \ell$

$g$  = área basal

$\ell$  = comprimento do ponteiro

O comprimento ( $\ell$ ) do ponteiro varia em função da idade e dos respectivos valores de área basal, acrescido de 1 m. O comprimento do ponteiro é dado pela diferença do seu comprimento de determinada idade.

No caso de 0,00 a 0,10 m a altura está pré-determinada.

No 4º ano a altura é de 3,10 m; soma-se mais 1 metro e tem-se 4,10 m. Como a altura considerada é de 3,10 m, o comprimento do ponteiro é de 1,00 m ( $3,10 - 2,10 = 1,00$  m).

No 5º ano:  $5,10 - 4,10 = 1,00$  m.

No 6º ano:  $6,10 - 4,10 = 2,00$  e

assim sucessivamente.

No 1º ano, o comprimento do ponteiro é de 0,10 m, pois não há área basal; aos 2 e 3 anos também não há área basal e o cálculo dos respectivos comprimentos do ponteiro é feito levando-se em consideração a altura de 0,10 m.

Assim:  $0,60 - 0,10 = 0,50$  m no 2º ano

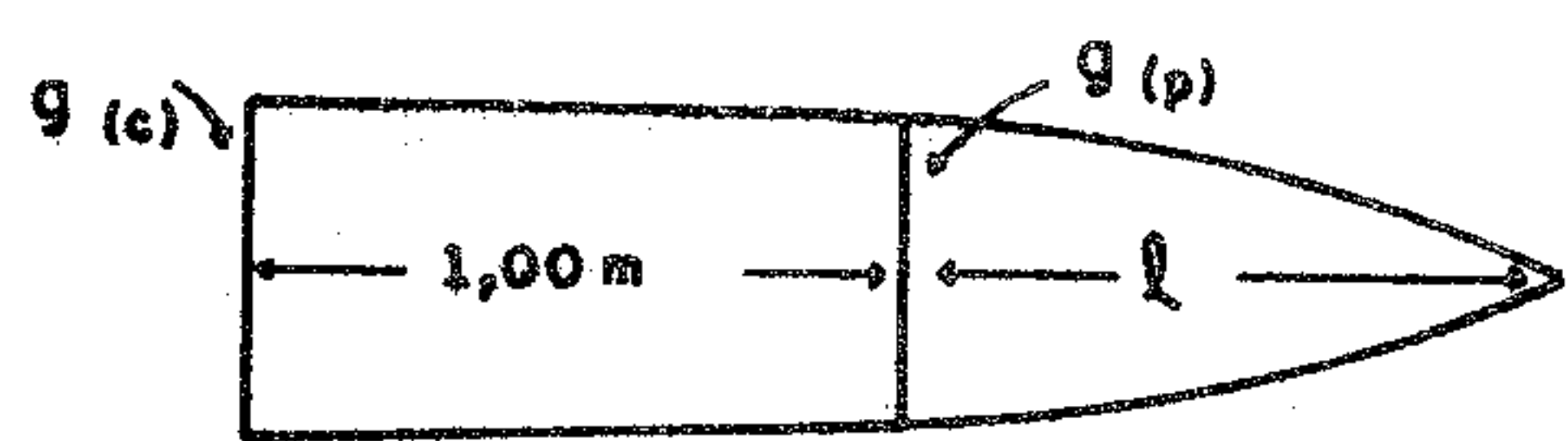
$1,10 - 0,10 = 1,00$  m no 3º ano

A seguir determina-se a área basal dos respectivos ponteiros, cujos comprimentos variam desde 1 m até mais de 1 m.

Para os ponteiros de mais de 1 m (FIGURA 6), faz-se o seguinte cálculo:



$$g_c : g_p = 1 + l : l$$

$$\therefore g_p = \frac{g_c \times l}{1 + l}$$


The diagram shows a cross-section of a tree trunk. It is divided into two parts: a cylinder on the left and a cone on the right. The cylinder has a length of 1.00 m and its basal area is labeled g(c). The cone has a length of l and its basal area is labeled g(p). To the right of the diagram, a bracket indicates that g\_c is the basal area of the cylinder and g\_p is the basal area of the cone.

$$\left\{ \begin{array}{l} g_c = \text{área basal cilindro} \\ g_p = \text{área basal ponteiro} \end{array} \right.$$

FIGURA 6 - Ponteiro com mais de 1,00 m

Nas idades de 19, 20 e 21 anos, tem-se áreas basais a 19,10 m e 20,10 m; para fins de cálculo do volume considera-se a área basal a 20,10 m. Para as idades de 2 e 3 anos, toma-se a área basal a 0,10 m e para a idade de 1 ano, não é considerado o volume, pois a área basal a 0,00 m é insignificante.

### 3.2.10 Cálculo do incremento em porcentagem

Para o cálculo dos incrementos em porcentagem, utilizou-se a fórmula composta, considerada por RUDOLF (1930), como a mais apropriada.

$$p = 100 \left( \sqrt[n]{\frac{M}{m}} - 1 \right)$$

onde m = valor inicial

M = valor final

n = período

p = porcentagem

Para facilidade de cálculo, a expressão  $\sqrt[n]{\frac{M}{m}}$  pode ser transformada em:

*Public. I.F.*, São Paulo, 28:1-41, outubro, 1986.



$$\frac{1}{n} (\log M - \log m)$$

Outras fórmulas menos usadas, segundo o mesmo autor, são as de Pressler, Kunze, Schneider e Gevorkiantz:

a) Pressler

$$p = \frac{M - m}{M + m} \times \frac{200}{n}$$

b) Kunze

$$p = \frac{M - m}{M(n-1) + m(n+1)} \times 200$$

c) Gevorkiantz

$$p = \frac{228}{n} \frac{M - m}{m}$$

Esta fórmula foi modificada por HANZLIK (1927) para:

e) Gevorkiantz-Hanzlik

$$p = \frac{F(M - m)}{nm} \quad \text{onde } F = \text{fator de correção para cada espécie}$$

Especificamente para área basal, WIJKSTROM (1930) cita a fórmula de Jonson:

f) Jonson

$$p = \frac{100}{n} \frac{m}{M}$$

NAKASHIMA (1949) menciona ainda as fórmulas de Merker:



g) Merker (1911)

$$p = \frac{(M - m) (M + m)}{Mm} \cdot \frac{50}{n}$$

h) Merker (1921)

$$p = \frac{M - m}{M (4n - 7) + m (4n + 7)} \cdot 800$$

#### 4 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos da análise de tronco de *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

##### 4.1 Nº de secções e discos

A árvore derrubada apresentou 12 secções e 13 discos, conforme mostra a FIGURA 7.

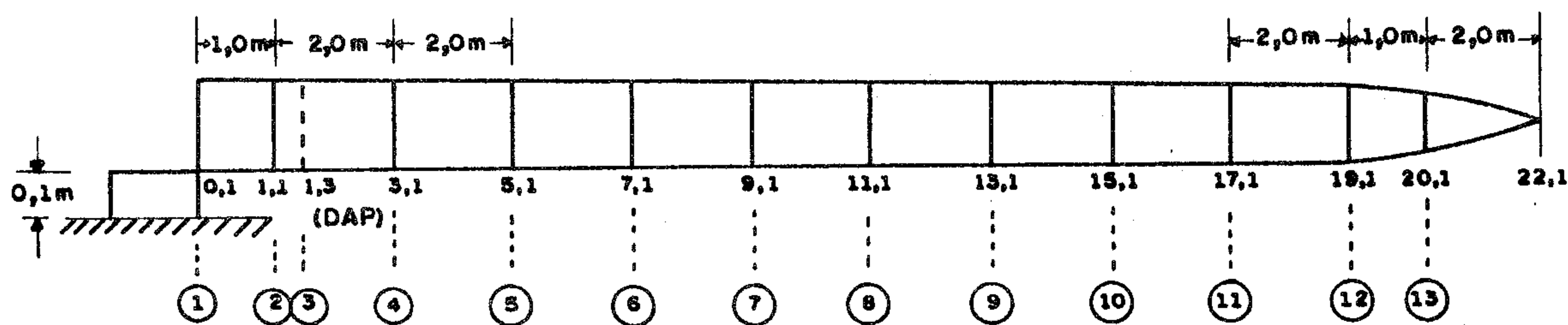


FIGURA 7 - Representação esquemática do tronco derrubado com 12 secções e 13 discos



#### 4.2 Idade da árvore

Verificou-se que o *Pinus elliottii* var. *elliottii* contém 20 anéis, que acrescido de um ano do desenvolvimento inicial, perfaz a idade de 21 anos.

#### 4.3 Diâmetro médio dos anéis por período

A TABELA 1 mostra os dados de diâmetro médio dos anéis e as alturas atingidas em cada período.

#### 4.4 Volume de tronco

Os dados de volume de cada secção, do cepo e do ponteiro são apresentados na TABELA 2.

#### 4.5 Incremento em DAP

A partir dos dados do DAP da TABELA 1, constrói-se a TABELA 3, contendo dados de cálculo dos incrementos total, periódico médio anual, periódico médio anual, médio anual e em porcentagem.

#### 4.6 Incremento de área basal

Para o cálculo dos incrementos de área basal utilizaram-se dados da TABELA 2, aplicando-se o mesmo sistema anterior, cujos resultados são apresentados na TABELA 4. Nas idades 1, 2 e 3 não há dados de DAP, portanto não há cálculo de incremento.

#### 4.7 Incremento em altura

Os dados de altura da TABELA 2 são acrescidos do comprimento do ponteiro da TABELA 1. Para altura, existem dados de 1 a 21 anos. O cálculo dos incrementos é idêntico aos cálculos anteriores e o resultado é mostrado na TABELA 5.

#### 4.8 Incremento em volume

Utilizaram-se dados da TABELA 2, e o cálculo é o mesmo. Nas idades 1 e 2, não se tem o volume devido aos valores insignificantes (TABELA 6).



TABELA 1 - Dados de diâmetro médio dos anéis por período

| Nº DO DISCO | ALTURA DO DISCO      | Nº DE ANÉIS (21) | IDADE DOS ANÉIS | DIF. | DIÂMETRO MÉDIO DOS ANÉIS POR PERÍODO (cm) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|----------------------|------------------|-----------------|------|-------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |                      |                  |                 |      | 1                                         | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | (21)  |
| -           | 0,0 <sup>m</sup>     | (21)             | 0               |      | 0,12                                      | 0,97 | 2,27 | 4,02 | 5,58 | 6,85 | 7,86 | 8,61 | 9,30 | 9,82 | 10,56 | 11,27 | 11,93 | 13,46 | 15,05 | 16,73 | 17,33 | 18,72 | 19,92 | 21,15 | 22,44 | 26,06 |
| 1           | 0,1                  | 20               | 1               | 1    |                                           | 0,85 | 2,15 | 3,90 | 5,50 | 6,75 | 7,75 | 8,50 | 9,18 | 9,70 | 10,43 | 11,15 | 11,85 | 13,30 | 14,85 | 16,50 | 17,13 | 13,45 | 19,63 | 20,32 | 21,80 | 25,53 |
| 2           | 1,1                  | 19               | 3               | 2    |                                           |      |      | 2,75 | 4,70 | 5,80 | 6,65 | 7,40 | 7,95 | 8,50 | 9,15  | 10,00 | 11,05 | 11,75 | 12,85 | 14,25 | 15,10 | 15,75 | 16,75 | 17,50 | 18,45 | 20,80 |
| 3           | 1,3                  | 18               | 3               | 0    |                                           |      |      | 2,55 | 4,50 | 5,70 | 6,60 | 7,30 | 7,95 | 8,50 | 9,10  | 9,85  | 10,60 | 11,65 | 12,85 | 14,20 | 15,05 | 15,70 | 16,65 | 17,45 | 18,40 | 20,70 |
| 4           | 3,1                  | 17               | 4               | 1    |                                           |      |      | 2,40 | 4,17 | 5,35 | 5,35 | 6,15 | 7,03 | 7,50 | 8,63  | 9,48  | 10,28 | 11,43 | 12,53 | 13,78 | 14,55 | 15,28 | 16,13 | 16,80 | 17,63 | 19,50 |
| 5           | 5,1                  | 16               | 5               | 1    |                                           |      |      | 1,50 |      | 3,38 | 4,50 | 5,58 | 6,55 | 7,70 | 8,73  | 9,70  | 10,95 | 11,98 | 13,23 | 14,10 | 14,80 | 15,65 | 16,83 | 17,07 | 18,45 |       |
| 6           | 7,1                  | 14               | 7               | 2    |                                           |      |      |      |      |      |      | 2,80 | 3,25 | 4,45 | 5,60  | 7,38  | 8,75  | 10,30 | 11,45 | 12,73 | 13,65 | 14,32 | 15,23 | 15,88 | 16,15 | 18,02 |
| 7           | 9,1                  | 12               | 9               | 2    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,95 | 3,78  | 5,65  | 7,53  | 8,78  | 10,25 | 11,65 | 12,55 | 13,30 | 14,15 | 14,85 | 15,50 | 17,05 |
| 8           | 11,1                 | 10               | 11              | 2    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 3,85  | 5,60  | 7,43  | 9,03  | 10,80 | 11,63 | 12,45 | 13,40 | 14,03 | 14,55 | 16,50 |
| 9           | 13,1                 | 9                | 12              | 1    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       | 3,20  | 4,90  | 6,75  | 8,83  | 10,15 | 11,20 | 12,28 | 13,05 | 13,98 | 15,18 |
| 10          | 15,1                 | 8                | 13              | 1    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       | 2,00  | 3,60  | 5,65  | 7,00  | 8,20  | 9,60  | 10,60 | 11,55 | 12,80 |
| 11          | 17,1                 | 6                | 15              | 2    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       | 2,15  | 3,45  | 4,68  | 6,18  | 7,35  | 8,60  | 9,90  |
| 12          | 19,1                 | 4                | 17              | 2    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       | 1,65  | 3,52  | 4,23  | 5,45  | 6,55  |
| 13          | 20,1                 | 3                | 18              | 1    |                                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       | 1,45  | 2,43  | 3,58  | 4,13  |
| -           | Altura calculada (m) |                  |                 |      | (3)                                       | 0,10 | 0,60 | 1,10 | 3,10 | 5,10 | 6,10 | 7,10 | 8,10 | 9,10 | 10,10 | 11,10 | 13,10 | 15,10 | 16,10 | 17,10 | 18,10 | 19,10 | 20,10 | 21,10 | 22,10 | 26,10 |



TABELA 3 - Valores dos incrementos total, periódico médio anual, médio anual e em porcentagem do DAP

| IDADE<br>(ANOS) | INCREMENTO EM DAP |                                  |                        |                    |
|-----------------|-------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
|                 | TOTAL<br>(cm)     | PERIÓDICO<br>MÉDIO<br>ANUAL (cm) | MÉDIO<br>ANUAL<br>(cm) | PORCENTAGEM<br>(%) |
| 1               | -                 | -                                | -                      | -                  |
| 2               | -                 | -                                | -                      | -                  |
| 3               | -                 | -                                | -                      | -                  |
| 4               | 2,55              | 2,53                             | 0,64                   | -                  |
| 5               | 4,50              | 1,95                             | 0,90                   | 76,47              |
| 6               | 5,70              | 1,20                             | 0,95                   | 26,67              |
| 7               | 6,60              | 0,90                             | 0,94                   | 15,79              |
| 8               | 7,30              | 0,70                             | 0,91                   | 10,61              |
| 9               | 7,95              | 0,65                             | 0,88                   | 8,90               |
| 10              | 8,50              | 0,55                             | 0,85                   | 6,92               |
| 11              | 9,10              | 0,60                             | 0,83                   | 7,06               |
| 12              | 9,85              | 0,75                             | 0,82                   | 8,24               |
| 13              | 10,60             | 0,75                             | 0,82                   | 7,61               |
| 14              | 11,65             | 1,05                             | 0,83                   | 9,91               |
| 15              | 12,85             | 1,20                             | 0,56                   | 10,30              |
| 16              | 14,20             | 1,35                             | 0,89                   | 10,51              |
| 17              | 15,05             | 0,85                             | 0,86                   | 5,99               |
| 18              | 15,70             | 0,65                             | 0,87                   | 4,32               |
| 19              | 16,65             | 0,95                             | 0,88                   | 6,05               |
| 20              | 17,45             | 0,80                             | 0,87                   | 4,80               |
| 21              | 18,40             | 0,95                             | 0,88                   | 5,44               |



TABELA 4 - Valores de incremento em área basal

| IDADE<br>(ANOS) | INCREMENTO EM ÁREA BASAL   |                                               |                                     |                      |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
|                 | TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | PERIÓDICO<br>MÉDIO ANUAL<br>(m <sup>2</sup> ) | MÉDIO<br>ANUAL<br>(m <sup>2</sup> ) | PORCENTAGEM<br>( % ) |
| 1               | -                          | -                                             | -                                   | -                    |
| 2               | -                          | -                                             | -                                   | -                    |
| 3               | -                          | -                                             | -                                   | -                    |
| 4               | 0,0005                     | 0,0005                                        | 0,0001                              | -                    |
| 5               | 0,0016                     | 0,0011                                        | 0,0003                              | 220,00               |
| 6               | 0,0026                     | 0,0010                                        | 0,0004                              | 62,50                |
| 7               | 0,0034                     | 0,0008                                        | 0,0005                              | 30,77                |
| 8               | 0,0042                     | 0,0008                                        | 0,0005                              | 23,53                |
| 9               | 0,0050                     | 0,0008                                        | 0,0006                              | 19,05                |
| 10              | 0,0057                     | 0,0007                                        | 0,0006                              | 14,00                |
| 11              | 0,0065                     | 0,0008                                        | 0,0006                              | 14,04                |
| 12              | 0,0076                     | 0,0011                                        | 0,0006                              | 16,92                |
| 13              | 0,0088                     | 0,0012                                        | 0,0007                              | 15,79                |
| 14              | 0,0107                     | 0,0019                                        | 0,0008                              | 21,59                |
| 15              | 0,0130                     | 0,0023                                        | 0,0009                              | 21,50                |
| 16              | 0,0158                     | 0,0028                                        | 0,0010                              | 21,54                |
| 17              | 0,0178                     | 0,0020                                        | 0,0010                              | 12,66                |
| 18              | 0,0194                     | 0,0016                                        | 0,0011                              | 8,99                 |
| 19              | 0,0218                     | 0,0024                                        | 0,0011                              | 12,37                |
| 20              | 0,0239                     | 0,0021                                        | 0,0012                              | 9,63                 |
| 21              | 0,0266                     | 0,0027                                        | 0,0013                              | 11,30                |



TABELA 5 - Valores de incremento em altura

| IDADE<br>(ANOS) | INCREMENTO EM ALTURA |                                 |                       |                    |
|-----------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
|                 | TOTAL<br>(m)         | PERIÓDICO<br>MÉDIO ANUAL<br>(m) | MÉDIO<br>ANUAL<br>(m) | PORCENTAGEM<br>(%) |
| 1               | 0,10                 | 0,10                            | 0,10                  | -                  |
| 2               | 0,60                 | 0,50                            | 0,30                  | 500,00             |
| 3               | 1,10                 | 0,50                            | 0,37                  | 83,33              |
| 4               | 3,10                 | 2,00                            | 0,78                  | 181,82             |
| 5               | 5,10                 | 2,00                            | 1,02                  | 64,52              |
| 6               | 6,10                 | 1,00                            | 1,02                  | 19,61              |
| 7               | 7,10                 | 1,00                            | 1,01                  | 16,39              |
| 8               | 8,10                 | 1,00                            | 1,01                  | 14,08              |
| 9               | 9,10                 | 1,00                            | 1,01                  | 12,35              |
| 10              | 10,10                | 1,00                            | 1,01                  | 10,99              |
| 11              | 11,10                | 1,00                            | 1,01                  | 9,90               |
| 12              | 13,10                | 2,00                            | 1,09                  | 18,02              |
| 13              | 15,10                | 2,00                            | 1,16                  | 15,27              |
| 14              | 16,10                | 1,00                            | 1,15                  | 6,62               |
| 15              | 17,10                | 1,00                            | 1,14                  | 6,21               |
| 16              | 18,10                | 1,00                            | 1,13                  | 5,85               |
| 17              | 19,10                | 1,00                            | 1,12                  | 5,52               |
| 18              | 20,10                | 1,00                            | 1,12                  | 5,23               |
| 19              | 20,77                | 0,67                            | 1,09                  | 3,33               |
| 20              | 21,43                | 0,66                            | 1,07                  | 3,18               |
| 21              | 22,10                | 0,67                            | 1,05                  | 3,13               |



TABELA 6 - Valores de Incremento em Volume

| IDADE<br>(ANOS) | INCREMENTO EM VOLUME |                                  |                        |                    |
|-----------------|----------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
|                 | TOTAL<br>(m3)        | PERIÓDICO<br>MÉDIO ANUAL<br>(m3) | MÉDIO<br>ANUAL<br>(m3) | PORCENTAGEM<br>(%) |
| 1               | 0,0000               | 0,0000                           | 0,0000                 | -                  |
| 2               | 0,0000               | 0,0000                           | 0,0000                 | -                  |
| 3               | 0,0001               | 0,0001                           | 0,0000                 | -                  |
| 4               | 0,0014               | 0,0013                           | 0,0004                 | 1300,00            |
| 5               | 0,0047               | 0,0033                           | 0,0009                 | 235,71             |
| 6               | 0,0089               | 0,0042                           | 0,0015                 | 89,36              |
| 7               | 0,0139               | 0,0050                           | 0,0020                 | 56,18              |
| 8               | 0,0191               | 0,0052                           | 0,0024                 | 37,41              |
| 9               | 0,0250               | 0,0059                           | 0,0028                 | 30,99              |
| 10              | 0,0317               | 0,0067                           | 0,0032                 | 26,80              |
| 11              | 0,0425               | 0,0108                           | 0,0039                 | 34,07              |
| 12              | 0,0592               | 0,0167                           | 0,0049                 | 39,29              |
| 13              | 0,0794               | 0,0202                           | 0,0061                 | 34,12              |
| 14              | 0,1007               | 0,0213                           | 0,0072                 | 26,83              |
| 15              | 0,1344               | 0,0337                           | 0,0090                 | 33,47              |
| 16              | 0,1740               | 0,0396                           | 0,0109                 | 29,46              |
| 17              | 0,2035               | 0,0295                           | 0,0120                 | 16,95              |
| 18              | 0,2316               | 0,0281                           | 0,0129                 | 13,81              |
| 19              | 0,2683               | 0,0367                           | 0,0141                 | 15,85              |
| 20              | 0,2989               | 0,0306                           | 0,0149                 | 11,41              |
| 21              | 0,3331               | 0,0342                           | 0,0159                 | 11,44              |



#### 4.9 Representação gráfica da análise do tronco

Os dados da análise de tronco são apresentados em forma de gráfico, a fim de permitir a visualização do desenvolvimento da árvore (FIGURA 8).

A escala da altura geralmente corresponde a 1:10, 1:15, 1:20 e 1:25 da escala de diâmetro, que no caso é de 1:100.

#### 4.10 Curvas de incremento

A partir dos dados das TABELAS 3, 4, 5 e 6 foram obtidas as curvas de incremento das variáveis DAP, área basal, altura e volume, apresentadas em termos de incrementos total, periódico médio anual e médio anual (FIGURA 9).

Os dados de incrementos periódico médio anual e médio anual são representados em escala maior do que o total para diferenciá-los entre si. Às vezes esses incrementos podem ser apresentados separadamente, porém em geral, coloca-se num só gráfico para facilitar a comparação entre os 3 valores.



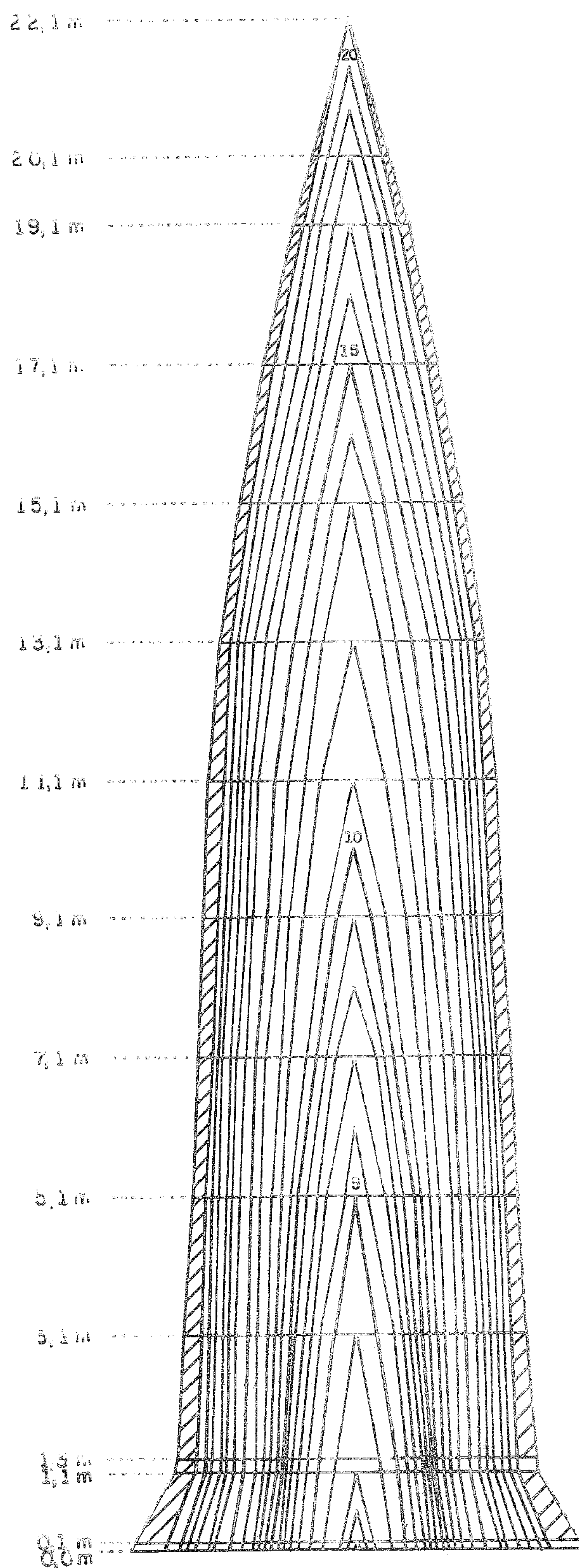


FIGURA 2 - Representação gráfica da análise do tronco a cada período de 1 ano.



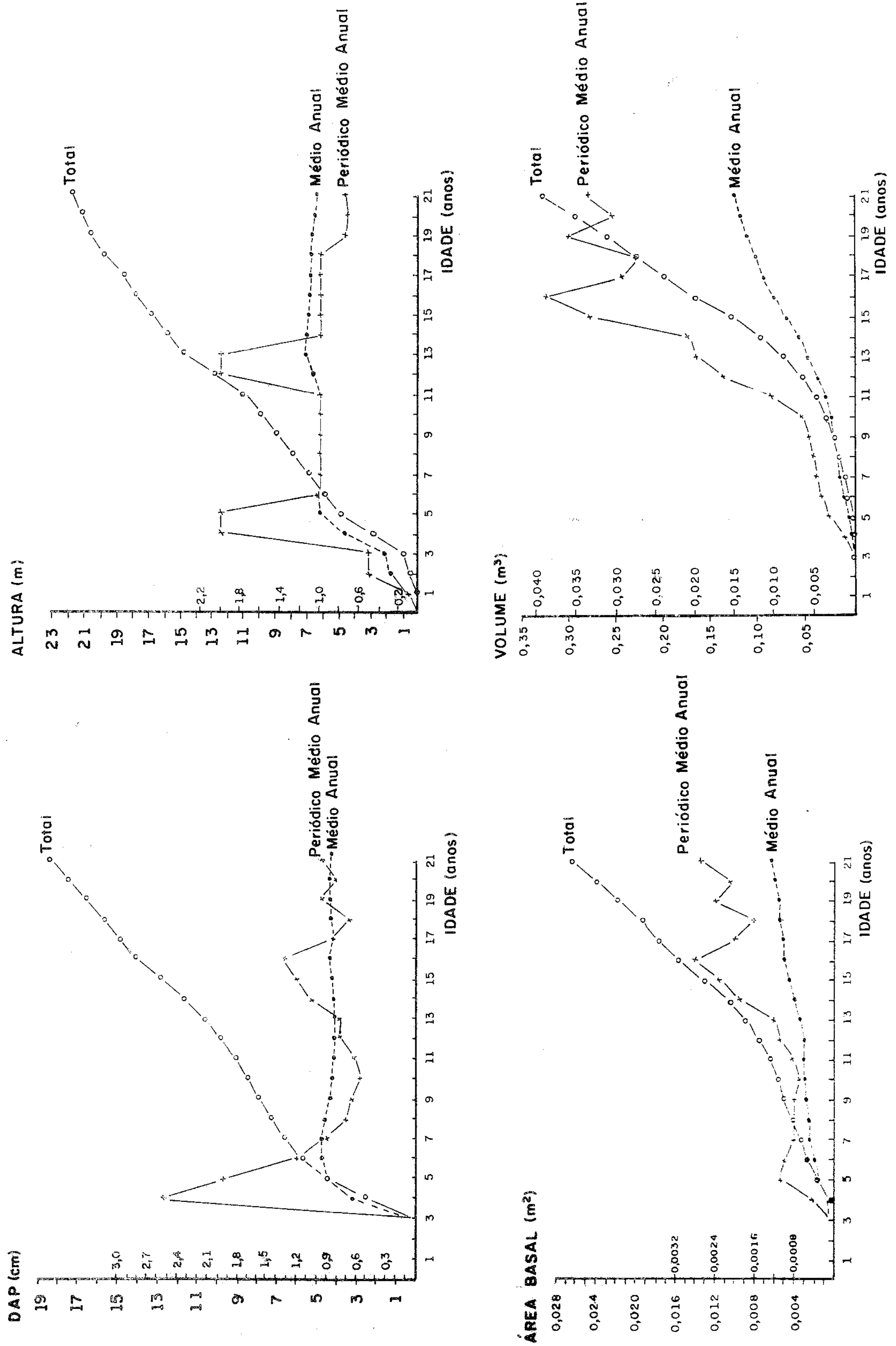


FIGURA 9 - Curvas de incremento em DAP, altura, área basal e volume



4.11 Análise de tronco para o período de 3 anos

Para o período de 3 anos o cálculo é idêntico ao de um ano, variando apenas o comprimento do raio, cuja medição é feita a cada 3 anos (3, 6, 9, 12, 18 e 21 anos). Na TABELA 7 são apresentados os valores de diâmetro médio dos anéis por período de 3 anos, que constam da TABELA 1.

TABELA 7 - Diâmetro médio dos anéis por período de 3 anos.

| Nº DO DISCO | ALTURA DO DISCO               | Nº DE ANÉIS | IDADE DO DISCO | DIF. | DIÂMETRO MÉDIO DOS ANÉIS POR PERÍODO (cm) |      |      |       |       |       |       |       |
|-------------|-------------------------------|-------------|----------------|------|-------------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             |                               |             |                |      | 3                                         | 6    | 9    | 12    | 15    | 18    | 21    | (21)  |
| -           | 0,0                           | (21)        | 0              |      | 2,27                                      | 6,85 | 9,30 | 11,27 | 15,05 | 18,72 | 22,14 | 26,00 |
| 1           | 0,1                           | 20          | 1              | 1    | 2,15                                      | 6,75 | 9,18 | 11,15 | 14,85 | 18,45 | 21,80 | 25,53 |
| 2           | 1,1                           | 18          | 3              | 2    |                                           | 5,80 | 7,95 | 10,00 | 12,85 | 15,75 | 18,45 | 20,80 |
| 3           | 1,3                           | 18          | 3              | 0    |                                           | 5,70 | 7,95 | 9,85  | 12,85 | 15,70 | 18,40 | 20,70 |
| 4           | 3,1                           | 17          | 4              | 1    |                                           | 4,17 | 7,03 | 9,48  | 12,53 | 15,28 | 17,63 | 19,50 |
| 5           | 5,1                           | 16          | 5              | 1    |                                           | 1,50 | 5,58 | 8,73  | 11,09 | 14,80 | 17,07 | 18,45 |
| 6           | 7,1                           | 14          | 7              | 2    |                                           |      | 3,25 | 7,38  | 11,45 | 14,32 | 16,15 | 18,02 |
| 7           | 9,1                           | 14          | 9              | 2    |                                           |      |      | 5,65  | 10,25 | 13,30 | 15,50 | 17,05 |
| 8           | 11,1                          | 10          | 11             | 2    |                                           |      |      | 3,85  | 9,03  | 12,45 | 14,55 | 16,50 |
| 9           | 13,1                          | 9           | 12             | 1    |                                           |      |      |       | 6,75  | 11,20 | 13,98 | 15,18 |
| 10          | 15,1                          | 3           | 13             | 1    |                                           |      |      |       | 3,60  | 8,20  | 11,75 | 12,80 |
| 11          | 17,1                          | 6           | 15             | 2    |                                           |      |      |       |       | 4,68  | 8,60  | 9,90  |
| 12          | 19,1                          | 4           | 17             | 2    |                                           |      |      |       |       | 1,65  | 5,45  | 6,55  |
| 13          | 20,1                          | 3           | 18             | 1    |                                           |      |      |       |       |       | 3,58  | 4,13  |
| -           | Alt. calculada <sup>(m)</sup> |             |                | (3)  | 1,10                                      | 6,10 | 9,10 | 13,10 | 17,10 | 20,10 | 22,10 | 22,10 |

Os resultados do cálculo de área basal feito a partir dos dados da TABELA 7 e de volume, idêntico ao realizado para o período de 1 ano, são apresentados na TABELA 8.



TABELA 8 - Cálculo de área basal e volume

| Altura do disco<br>(m)          | ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> ) |          |          |        |         |           |        |        |
|---------------------------------|------------------------------|----------|----------|--------|---------|-----------|--------|--------|
|                                 | 3                            | 6        | 9        | 12     | 15      | 1         | 21     | (21)   |
| 0,0                             | 0,0004                       | 0,0037   | 0,0068   | 0,0100 | 0,00178 | 0,0275    | 0,0385 | 0,0531 |
| 0,1                             | (4)                          | 30       | 66       | 98     | 173     | 267       | 373    | 512    |
| 1,1                             |                              | 26       | 50       | 79     | 130     | 195       | 267    | 340    |
| 1,3                             |                              | 26       | 50       | 76     | 130     | 194       | 266    | 337    |
| 3,1                             |                              | 14       | 39       | 71     | 123     | 183       | 244    | 299    |
| 5,1                             |                              | (8)<br>2 | 24       | 6      | 113     | 172       | 229    | 267    |
| 7,1                             |                              |          | 8<br>(4) | 43     | 103     | 161       | 205    | 255    |
| 9,1                             |                              |          |          | 25     | 83      | 139       | 189    | 228    |
| 11,1                            |                              |          |          | 12     | 64      | 122       | 166    | 214    |
| 13,1                            |                              |          |          | (6)    | 36      | 99        | 154    | 181    |
| 15,1                            |                              |          |          |        | 10      | 53        | 108    | 129    |
| 17,1                            |                              |          |          |        | (5)     | 17        | 58     | 77     |
| 19,1                            |                              |          |          |        |         | (10)<br>2 | 23     | 34     |
| 20,1                            |                              |          |          |        |         |           | (10)   | (13)   |
| Área basal (m <sup>2</sup> )    | -                            | 40       | 121      | 290    | 662     | 1141      | 1643   | 2024   |
| Vol. secção (m <sup>3</sup> )   | -                            | 80       | 242      | 590    | 1324    | 2282      | 3286   | 4048   |
| Vol. cepo (m <sup>3</sup> )     | 0                            | 4        | 7        | 10     | 15      | 27        | 38     | 52     |
| Vol. ponteiro (m <sup>3</sup> ) | 1                            | 5        | 1        | 2      | 2       | 7         | 7      | 9      |
| Vol. total (m <sup>3</sup> )    | 0,0001                       | 0,0089   | 0,0250   | 0,0592 | 0,1344  | 0,2316    | 0,3331 | 0,4109 |
| Alt. total (m)                  | 1,10                         | 6,10     | 9,10     | 13,10  | 17,10   | 20,10     | 22,10  | 22,10  |
| Alt. ponteiro (m)               | 1,00                         | 2,00     | 1,00     | 1,00   | 1,00    | 2,00      | 2,00   | 2,00   |

O cálculo dos incrementos (total, periódico médio anual, médio anual e em porcentagem) das variáveis DAP, área basal, altura e volume (TABELAS 9, 10, 11 e 12) foi feito utilizando-se dados das TABELAS 7 e 8.



TABELA 9 - Valores do incremento em DAP

| IDADE<br>(ANOS) | I N C R E M E N T O |                            |                     | PORCENTAGEM |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(cm)       | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (cm) | MÉDIO<br>ANUAL (cm) | (%)         |
| 3               | -                   | -                          | -                   | -           |
| 6               | 5,70                | 1,90                       | 0,95                | -           |
| 9               | 7,95                | 0,75                       | 0,88                | 52,31       |
| 12              | 9,85                | 0,63                       | 0,82                | 7,40        |
| 15              | 12,85               | 1,00                       | 0,86                | 9,27        |
| 18              | 15,70               | 0,95                       | 0,87                | 6,91        |
| 21              | 18,40               | 0,90                       | 0,88                | 5,43        |

TABELA 10 - Valores do incremento de área basal

| IDADE<br>(ANOS) | I N C R E M E N T O        |                            |                                  | PORCENTAGEM |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (cm) | MÉDIO<br>ANUAL (m <sup>2</sup> ) | (%)         |
| 3               | -                          | -                          | -                                | -           |
| 6               | 0,0026                     | 0,0009                     | 0,0004                           | -           |
| 9               | 0,0050                     | 0,0008                     | 0,0006                           | 24,36       |
| 12              | 0,0076                     | 0,0009                     | 0,0006                           | 14,98       |
| 15              | 0,0130                     | 0,0018                     | 0,0009                           | 19,59       |
| 18              | 0,0194                     | 0,0021                     | 0,0011                           | 14,28       |
| 21              | 0,0266                     | 0,0024                     | 0,0013                           | 11,09       |

TABELA 11 - Valores do incremento em altura

| IDADE<br>(ANOS) | I N C R E M E N T O |                           |                    | PORCENTAGEM |
|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m)        | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (m) | MÉDIO<br>ANUAL (m) | (%)         |
| 3               | 1,10                | 0,37                      | 0,37               | -           |
| 6               | 6,10                | 1,67                      | 1,02               | 77,00       |
| 9               | 9,10                | 1,00                      | 1,01               | 14,26       |
| 12              | 13,10               | 1,33                      | 1,09               | 12,91       |
| 15              | 17,10               | 1,33                      | 1,14               | 9,29        |
| 18              | 20,10               | 1,00                      | 1,12               | 5,54        |
| 21              | 22,10               | 0,67                      | 1,05               | 3,21        |



TABELA 12 - Valores do incremento em volume

| IDADE<br>(ANOS) | I N C R E M E N T O        |                                            |                                     | PORCENTAGEM |
|-----------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m <sup>3</sup> ) | PERIÓDICO MÉDIO<br>ANUAL (m <sup>3</sup> ) | MÉDIO<br>ANUAL<br>(m <sup>3</sup> ) | ( % )       |
| 3               | 0,0001                     | 0,0000                                     | 0,0000                              | -           |
| 6               | 0,0089                     | 0,0029                                     | 0,0015                              | 346,47      |
| 9               | 0,0250                     | 0,0054                                     | 0,0028                              | 41,10       |
| 12              | 0,0592                     | 0,0114                                     | 0,0049                              | 33,29       |
| 15              | 0,1344                     | 0,0251                                     | 0,0090                              | 31,43       |
| 18              | 0,2316                     | 0,0324                                     | 0,0129                              | 19,89       |
| 21              | 0,3331                     | 0,0338                                     | 0,0159                              | 12,88       |

Para o cálculo dos incrementos em porcentagem de DAP e área basal, os dados de m da fórmula composta são tomados aos 6 anos e para altura e volume aos 3 anos.

Na FIGURA 10 é mostrada a representação gráfica da análise de tronco a cada período de 3 anos, cuja escala é a mesma do período de 1 ano, e na FIGURA 11, as curvas de incremento em DAP, altura, área basal e volume.



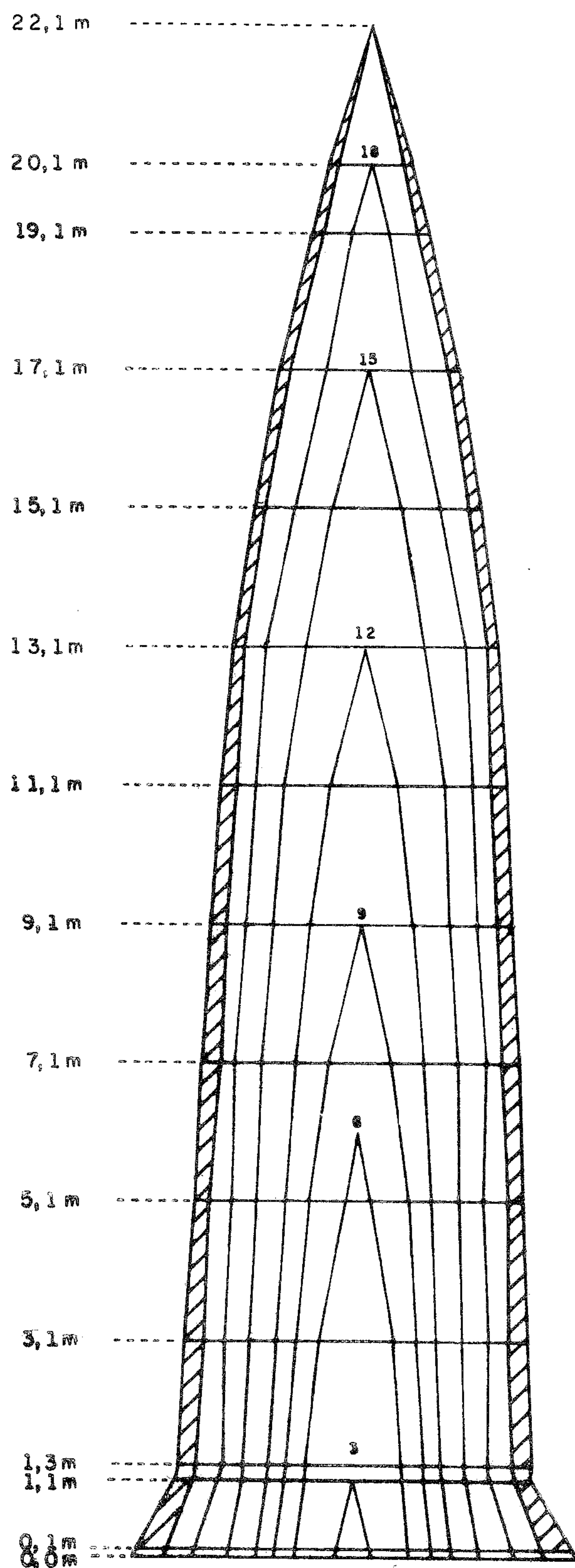


FIGURA 10 - Representação gráfica da análise de tronco a cada período de 3 anos



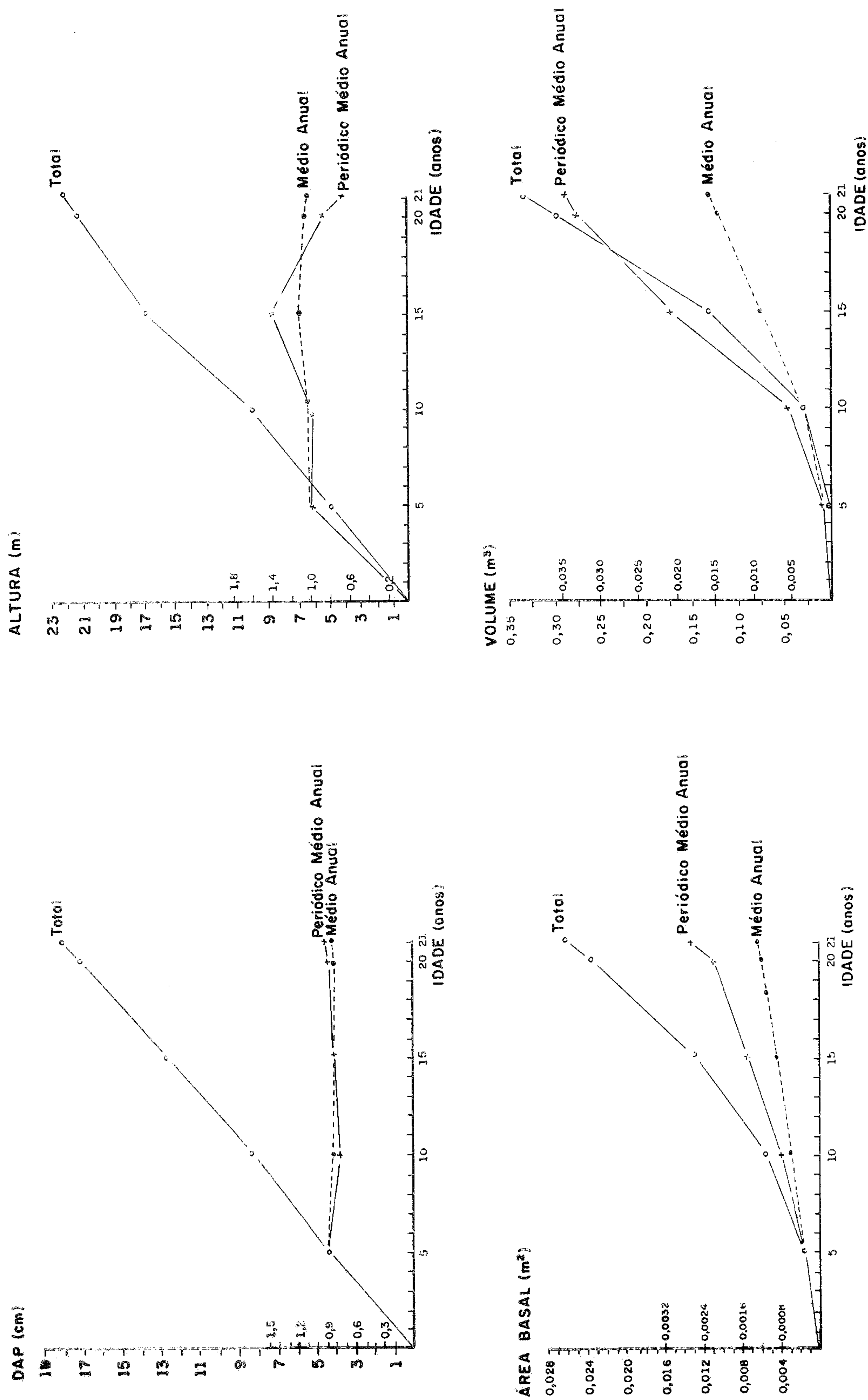


FIGURA 11 - Curvas de incremento em DAP, altura, área basal e volume



4.12 Análise de tronco para o período de 5 anos

Normalmente, para árvores com idades acima de 40 a 100 anos utiliza-se períodos de 5 e 10 anos, respectivamente, sendo que o cálculo é o mesmo.

A TABELA 13 mostra os dados relativos para o período de 5 anos, que são os contidos na TABELA 1.

TABELA 13 - Dados de diâmetro médio dos anéis

| Nº DISCO | ALTURA DO DISCO   | Nº ANÉIS | IDADE | DIF. | DIÂMETRO MÉDIO DOS ANÉIS (cm) |       |       |       |       |       |
|----------|-------------------|----------|-------|------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |                   |          |       |      | 5                             | 10    | 15    | 20    | 21    | (21)  |
|          | 0,0               | (21)     | 0     |      | 5,58                          | 9,82  | 15,05 | 21,15 | 22,14 | 26,00 |
| 1        | 0,1               | 20       | 1     | 1    | 5,50                          | 9,70  | 14,85 | 20,92 | 21,80 | 25,53 |
| 2        | 1,1               | 18       | 3     | 2    | 4,70                          | 8,50  | 12,85 | 17,50 | 18,45 | 20,80 |
| 3        | 1,3               | 18       | 3     | 0    | 4,50                          | 9,50  | 12,85 | 17,45 | 18,40 | 20,70 |
| 4        | 3,1               | 17       | 4     | 1    | 2,40                          | 7,50  | 12,53 | 16,80 | 17,63 | 19,50 |
| 5        | 5,1               | 16       | 5     | 1    |                               | 6,55  | 11,98 | 16,33 | 17,07 | 18,45 |
| 6        | 7,1               | 14       | 7     | 2    |                               | 4,45  | 11,45 | 15,89 | 16,15 | 18,02 |
| 7        | 9,1               | 12       | 9     | 2    |                               | 1,95  | 10,25 | 14,85 | 15,50 | 17,05 |
| 8        | 11,1              | 10       | 11    | 2    |                               |       | 9,03  | 14,03 | 14,55 | 16,50 |
| 9        | 13,1              | 19       | 12    | 1    |                               |       | 6,75  | 13,05 | 13,98 | 15,18 |
| 10       | 15,1              | 18       | 13    | 1    |                               |       | 3,60  | 10,60 | 11,75 | 12,80 |
| 11       | 17,1              | 1        | 15    | 2    |                               |       |       | 7,35  | 8,60  | 9,90  |
| 12       | 19,1              | 14       | 17    | 2    |                               |       |       | 4,23  | 5,45  | 6,55  |
| 13       | 20,1              | 18       | 18    | 1    |                               |       |       | 2,43  | 3,58  | 4,13  |
| -        | Alt.calculada (m) |          |       | (3)  | 5,10                          | 10,10 | 17,10 | 21,43 | 22,10 | 22,10 |



A seguir são apresentados na TABELA 14, os dados de área basal e de volume.

TABELA 14 - Dados de área basal e de volume

| ALTURA DO DISCO                 | Á R E A B A S A L (m <sup>2</sup> ) |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 | 5                                   | 10     | 15     | 20     | 21     | (21)   |
| 0,0                             | 0,0024                              | 0,0076 | 0,0178 | 0,0351 | 0,0385 | 0,0531 |
| 0,1                             | 24                                  | 74     | 173    | 340    | 373    | 512    |
| 1,1                             | 17                                  | 57     | 130    | 241    | 267    | 340    |
| 1,3                             | 16                                  | 57     | 130    | 239    | 266    | 337    |
| 3,1                             | 5                                   | 44     | 123    | 222    | 244    | 299    |
| 5,1                             | (3)                                 | 34     | 113    | 209    | 229    | 267    |
| 7,1                             |                                     | 16     | 103    | 198    | 205    | 255    |
| 9,1                             |                                     | (10)   | 83     | 173    | 189    | 228    |
| 11,1                            |                                     | 3      | 64     | 155    | 166    | 214    |
| 13,1                            |                                     |        | 36     | 134    | 154    | 181    |
| 15,1                            |                                     |        | 10     | 88     | 108    | 129    |
| 17,1                            |                                     |        | (5)    | 42     | 58     | 77     |
| 19,1                            |                                     |        |        | 14     | 23     | 34     |
| 20,1                            |                                     |        |        | (5)    | (10)   | (13)   |
| ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )    | 22                                  | 151    | 662    | 1476   | 1643   | 2024   |
| Vol. secção (m <sup>3</sup> )   | 44                                  | 302    | 1324   | 2952   | 3286   | 4048   |
| Vol. cepo (m <sup>3</sup> )     | 2                                   | 8      | 18     | 35     | 38     | 52     |
| Vol. ponteiro (m <sup>3</sup> ) | 1                                   | 7      | 2      | 2      | 7      | 9      |
| Vol. total (m <sup>3</sup> )    | 0,0047                              | 0,0317 | 0,1344 | 0,2989 | 0,3331 | 0,4109 |
| Alt. total (m)                  | 5,10                                | 10,10  | 17,10  | 21,43  | 22,10  | 22,10  |
| Alt. ponteiro (m)               | 1,00                                | 2,00   | 1,00   | 1,33   | 2,00   | 2,00   |



A partir dos dados das TABELAS 13 e 14, foram calculados os incrementos em DAP, área basal, altura e volume (TABELAS 15, 16, 17 e 18).

TABELA 15 - Incremento em DAP

| IDADE<br>(anos) | I N C R E M E N T O |                            |                     | PORCENTAGEM |
|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(cm)       | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (cm) | MÉDIO ANUAL<br>(cm) | (%)         |
| 5               | 4,50                | 0,90                       | 0,90                | -           |
| 10              | 8,50                | 0,80                       | 0,85                | 13,56       |
| 15              | 12,85               | 0,87                       | 0,86                | 8,62        |
| 20              | 17,45               | 0,92                       | 0,87                | 6,31        |
| 21              | 18,40               | 0,95                       | 0,88                | 1,07        |

TABELA 16 - Incremento em área basal

| IDADE<br>(anos) | I N C R E M E N T O        |                                         |                                  | PORCENTAGEM |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m <sup>2</sup> ) | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (m <sup>2</sup> ) | MÉDIO ANUAL<br>(m <sup>2</sup> ) | (%)         |
| 5               | 0,0016                     | 0,0003                                  | 0,0003                           | -           |
| 10              | 0,0057                     | 0,0008                                  | 0,0006                           | 28,93       |
| 15              | 0,0130                     | 0,0015                                  | 0,0009                           | 17,93       |
| 20              | 0,0239                     | 0,0022                                  | 0,0012                           | 12,95       |
| 21              | 0,0260                     | 0,0027                                  | 0,0013                           | 11,29       |

TABELA 17 - Incremento em altura

| IDADE<br>(anos) | I N C R E M E N T O |                           |                    | PORCENTAGEM |
|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m)        | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (m) | MÉDIO ANUAL<br>(m) | (%)         |
| 5               | 5,10                | 1,02                      | 1,02               | -           |
| 10              | 10,10               | 1,00                      | 1,01               | 14,64       |
| 15              | 17,10               | 1,40                      | 1,14               | 11,11       |
| 20              | 21,43               | 0,87                      | 1,07               | 4,62        |
| 21              | 22,10               | 0,67                      | 1,05               | 3,13        |



TABELA 18 - Incremento de volume

| IDADE<br>(ANOS) | I N C R E M E N T O        |                                         |                                  | PORCENTAGEM |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-------------|
|                 | TOTAL<br>(m <sup>3</sup> ) | PERIÓDICO M.<br>ANUAL (m <sup>3</sup> ) | MÉDIO ANUAL<br>(m <sup>3</sup> ) | %           |
| 5               | 0,0047                     | 0,0009                                  | 0,0009                           | -           |
| 10              | 0,0317                     | 0,0054                                  | 0,0032                           | 46,48       |
| 15              | 0,1344                     | 0,0205                                  | 0,0090                           | 33,50       |
| 20              | 0,2989                     | 0,0329                                  | 0,0149                           | 17,33       |
| 21              | 0,3381                     | 0,0342                                  | 0,0159                           | 11,44       |

As FIGURAS 12 e 13 mostram respectivamente a representação gráfica e os incrementos em DAP, altura, área basal e volume, a cada período de 5 anos.



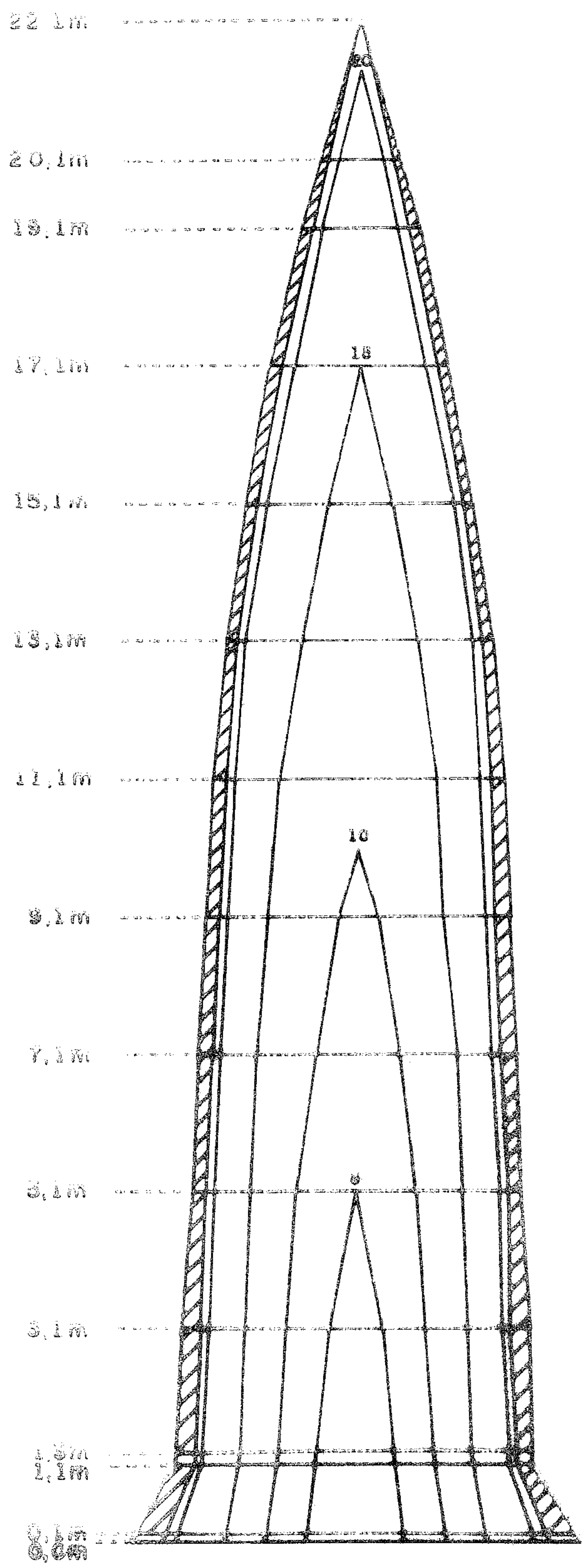


FIGURA 12 - Representação gráfica da análise de tronco a cada período de 5 anos



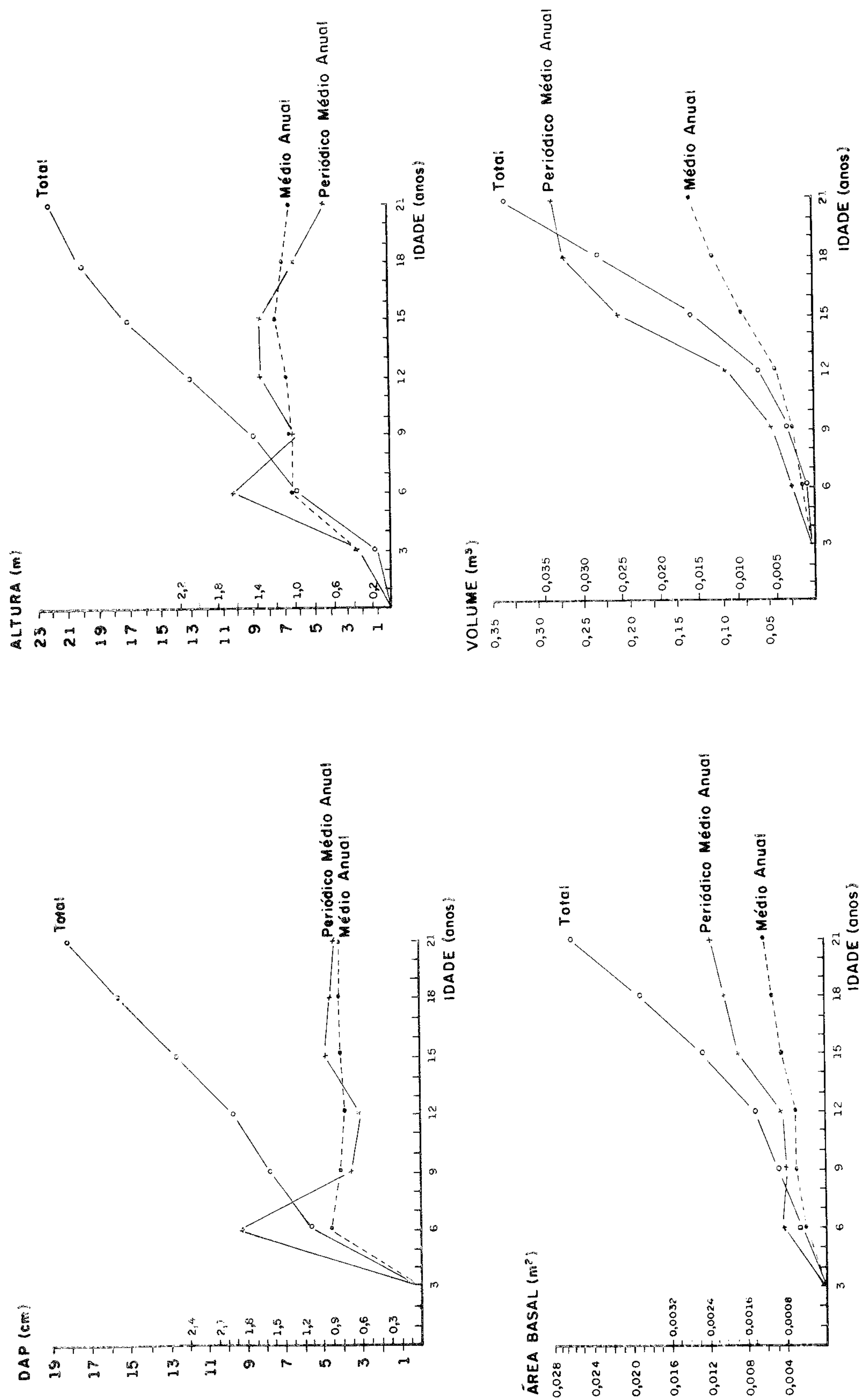


FIGURA 13 - Curvas de incremento em DAP, altura, área basal e volume a cada período de 5 anos



Verificou-se pelos resultados que o *Pinus elliottii* var. *elliottii*, da Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo, apresenta um rápido crescimento inicial, tanto em diâmetro como em altura, até os 5 e 6 anos de idade, respectivamente, confirmando observações de ZOBEL (1965/66). A partir daí, por não ter sido efetuado o desbaste, houve uma sensível diminuição no seu incremento, ocorrendo em consequência, um incremento maior em altura e menor em DAP, conforme GURGEL (1965/66).

Após o 1º desbaste, efetuado aos 11 anos de idade, ocorreu um acréscimo significativo em altura e DAP, e consequentemente em volume; verificou-se um incremento maior em DAP após o 2º desbaste, efetuado aos 15 anos de idade, diminuindo a partir dos 16 anos. Esses dados demonstram que o 1º desbaste deve ser efetuado, impreterivelmente, aos 6 ou 7 anos, que segundo VEIGA (1977) já teria atingido o período de estagnação teórica do povoamento. Não se observou a influência dos fatores ambientais, em especial do clima, apesar do *Pinus elliottii* estar situado numa região ecologicamente inadequada, de acordo com GOOR (1965/66) e GOLFARI (1967).

Tendo em vista que essa espécie possui um período de dormência bem definido (KRONKA et alii, 1975), os anéis de crescimento são bem visíveis, facilitando a sua contagem e medição.

Sendo os anéis de crescimento facilmente visualizados, a sonda de Pressler também pode ser utilizada para se determinar as épocas mais adequadas de desbaste.

Portanto, a análise de tronco pode ser empregada não só para se determinar a idade, mas também para descrever os prováveis acontecimentos que ocorreram durante o seu desenvolvimento, a influência dos fatores de clima e tratos silviculturais, bem como para estabelecer as épocas mais propícias para se efetuar o desbaste.

A análise de tronco efetuada a cada período de 1 ano, é o que permite melhor visualização e análise da influência do meio ambiente ou dos tratos silviculturais.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Berta Lange de Morretes, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP, ao Dr. Alceu de Arruda Veiga, Diretor da Divisão de Florestas e Estações Experimentais do Instituto Florestal e ao MSc. Onildo Barbosa, Diretor da Divisão de Dasonomia do Instituto Florestal, pelas valiosas críticas e sugestões.

Os autores agradecem também, aos funcionários Adauto Fiorucci e Ataíde Soares, da Floresta Estadual de Santa Bárbara do Rio Pardo, pela colaboração prestada nos trabalhos de campo, e à Maria Alice de Oliveira, da Seção de Manejo e Inventário Florestal, pela execução das figuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAHN, A. 1958. Xylem structure and annual rhythm of development in trees and shrubs of the desert. *Trop. Woods*, 109:81-94.
- FAO. 1980. *Forest volume estimation and yield production*. v.2. FAO Forestry Paper, 114p.
- GILL, A. M. Endogenous control of growth-ring development. *For. Sci.*, 17: 462-465.
- GLOCK, W.S. 1937. *Principles and methods of tree-rings analysis*. Carnegie Institution of Washington, Washington D.C. 100p.
- GOLFARI, L. 1967. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. *Silvic. em S. Paulo*, (6): 7-62.
- GOMES, A. M. A. 1957. *Medição de arvoredos*. Coleção A terra e o homem. Livraria Sã da Costa.
- GOOR van, C. P. 1965/66. Classificação da capacidade da terra em relação ao reflorestamento com *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Estado de São Paulo. *Silvicultura em S. Paulo*, 4/5(4): 349-366.
- GOOR van, C. P.; KRONKA, F. J.; TIMONI, J. L.; PINHEIRO, G.S. & SOUZA LIMA, O. 1975. Crescimento de *Pinus* - unidades ecológicas. *Public. I.F.*, São Paulo, 28:1-41, outubro, 1986.



40 AOKI, H. et alii. Análise de tronco de *Pinus elliottii* ...

gicas florestais e pesquisa florestal. *Bol. Técn. IF.*, S. Paulo, 14: 1-50.

GURGEL FILHO, O. A. 1965/66. Estudo crítico de espaçamento em *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii*. *Silvic. em S. Paulo*. 4/5(4): 235-257.

HANZLIK, E. J. 1927. More about growth per cent. *Journal of Forestry*, 25 (4): 443-447.

KISSIN, I. 1950. Crescimento e produção do pinheiro brasileiro. *An. Bras. Econ. Florestal*, 3 (3): 429-477. Rio de Janeiro.

KOSLOWSKI, T.T. 1971. *Growth development of trees*. Academic Press. 2 v.

LOJAN, L. 1967. Cálculo de la edad en arboles sin anillos anuales. *Sep. Turrialba*, 17 (4): 419-429.

NAKASHIMA, H. 1949. *Stem analysis*. Nippon Norin-Shubyo Co. Tokyo, Japan.

OLIVEIRA SANTOS, C. F. de. 1979. Aspectos biológicos das madeiras. *Supl. Cultural do Jornal O Estado de S. Paulo*, ano III, nº 115.

RUDOLF, P. O. 1930. A comparison of several of the growth per cent methods of predicting growth. *Jour. of Forestry*, 28(1): 28-33.

SPURR, S.H. 1952. *Forest Inventory*. The Ronald Press Company. New York.

VEIGA, A. A. 1977. *Curso intensivo de silvicultura*. Apostila do IF.

VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M.A.M. 1965/66. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de S. Paulo. *Silvicultura em S. Paulo*, 4/5(4): 57-147.

WIJKSTROM, E. J. 1930. Sample plot method of the Minnesota land economic survey for determining growth and yield. *Jour of Forestry*, 28(5): 734-738.



AOKI, H. et alii. Análise de tronco de *Pinus elliottii* ...

41

ZOBEL, B. 1965/66. Relatório de impressões da silvicultura em uma parte do Estado de S. Paulo. *Silvic. em S. Paulo*, 4/5(4): 21-56.



COMPOSTO E IMPRESSO NO INSTITUTO FLORESTAL  
C.P. 1.322 - 01000 - SÃO PAULO - BRASIL  
OUTUBRO, 1986





SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
COORDENADORIA DA PESQUISA DE RECURSOS NATURAIS  
**INSTITUTO FLORESTAL**

CAIXA POSTAL, 1322 — FONE: 203-01-22 — S. PAULO  
TELEX (011) 22877 SAGR BR

