COMPONENTES DE VARIÂNCIA PARA DADOS DE DIÂMETRO E ALTURA EM PARCELAS DE *Pinus* spp.

SÉRGIO DO NASCIMENTO KRONKA

Engenheiro-Agrônomo

Orientador: Dr. Décio Barbin

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Experimentação e Estatística.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Junho, 1 9 7 8

A minha esposa Silvia

Aos meus filhos: Adriana,
Graziela e Gustavo

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Dr. Décio Barbin, pela orientação e dedicação na realização deste trabalho;

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, pela cessão dos dados;

Ao Dr. Humberto de Campos, ao Dr. David Ariovaldo Banzatto e ao Prof. José Carlos Barbosa, pelas sugestões apresentadas;

Ao Dr. Cássio Roberto de Melo Godoi, pela revisão no Summary;

À Direção da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, pelo apoio oferecido;

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pela bolsa de estudos concedida;

À Sr.^{ta} Maria de Lourdes Moretto, pelos serviços de datilografia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS	vi
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1. Componentes de variância e coeficiente de corre- lação	6
3.2. Tamanho da parcela	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Material	16
4.2. Métodos	18
4.2.1. Considerando-se o número efetivo de plan- tas por parcela	18
4.2.2. Considerando-se as parcelas com aproxima- damente 70% das plantas originais	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. Considerando-se o número efetivo de plantas por parcela	25
5.1.1. Análise de variância	25
5.1.2. Estimativas dos componentes de variância	38
5.1.3. Intervalos de confiança	45
5.2. Considerando-se as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais	49
5.2.1. Análise de variância	50
5.2.2. Estimativas dos componentes de variância	50
5.2.3. Intervalos de confiança	66

Página

6. CONCLUSÕES	69
7. SUMMARY	71
8. LITERATURA CITADA	73
APÊNDICE	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO

Página

- 1 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Moji-
Mirim 27
- 2 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Pinda
monhangaba 28
- 3 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Avaré 29
- 4 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Mandu
ri 30
- 5 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Itara
ré 31
- 6 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Santa
Rita do Passa Quatro 32
- 7 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Buri. 33
- 8 - Análise de variância, considerando o número efe
tivo de plantas por parcela, para o local: Peder
neiras 34

QUADRO

Página

9 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Itirapina	35
10 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Paraguaçu-Paulista	36
11 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Casa-Branca	37
12 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com número efetivo de plantas, para <i>Pinus elliottii</i>	40
13 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com número efetivo de plantas, para <i>Pinus hondurensis</i>	41
14 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para <i>Pinus elliottii</i> - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 3,36$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,28$) ...	47
15 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para <i>Pinus elliottii</i> - altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,70$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,09$)	47

QUADRO

Página

16 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para <i>Pinus hondurensis</i> - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 6,26$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,23$)...	48
17 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para <i>Pinus hondurensis</i> - altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,88$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,24$).....	48
18 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Moji-Mirim.....	51
19 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Pindamonhangaba.....	52
20 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Avaré.....	53
21 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Manduri	54
22 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Itararé	55
23 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Santa Rita do Passa Quatro	56

QUADRO

Página

- 24 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Buri 57
- 25 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Pederneiras 58
- 26 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Itirapina 59
- 27 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Paraguaçu-Paulista 60
- 28 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Casa Branca 61
- 29 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para *Pinus elliottii*. 62
- 30 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para *Pinus hondurensis* 63

- 31 - Valores da semi-amplitude do intervalo de con
fiança (95% de probabilidade) para a média de I
parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus*
elliottii - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 3,47$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,31$) 67
- 32 - Valores da semi-amplitude do intervalo de con
fiança (95% de probabilidade) para a média de I
parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus*
elliottii - altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,76$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,10$) 67
- 33 - Valores da semi-amplitude do intervalo de con
fiança (95% de probabilidade) para a média de I
parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus*
hondurensis - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 6,23$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,26$)... 68
- 34 - Valores da semi-amplitude do intervalo de con
fiança (95% de probabilidade) para a média de I
parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus*
hondurensis - altura ($\hat{\sigma}^2 = 1,87$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,21$) 68

1. RESUMO

No presente trabalho foram estudados os componentes de variância de parcelas experimentais para as espécies florestais: *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* e *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis*, através dos parâmetros: diâmetro e altura.

Os dados foram obtidos a partir das medições de diâmetro (em centímetros) e altura (em metros) individuais das plantas de parcelas experimentais instaladas em onze dependências do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, nas localidades: Moji-Mirim, Pindamonhangaba, Avaré, Manduri, Itararé, Santa Rita do Passa Quatro, Buri, Pederneiras, Itirapira, Paraguaçu-Paulista e Casa Branca.

Os dados de medições foram trabalhados de duas maneiras:

a) Considerando-se o número efetivo de plantas por parcela (que apresentaram no máximo 10% de falhas).

b) Considerando-se as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais.

Em ambos os casos, para cada espécie e parâmetro, foi feita uma análise de variância por local e, posteriormente uma análise conjunta, considerando-se os dados enquadrados numa classificação hierárquica. A partir dessas análises foram estimados os coeficientes de variação, as variâncias entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$) e as variâncias entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), para cada espécie florestal e parâmetro. Com os valores obtidos da análise conjunta para $\hat{\sigma}^2$ e $\hat{\sigma}_p^2$ foram tabelados os valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (a 95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela para verificar como melhorar a eficiência da amostragem.

Foi estudada também, em cada local, a possibilidade de ocorrência de correlação negativa entre plantas de uma mesma parcela.

As principais conclusões obtidas foram:

1ª) Para se trabalhar com uma mesma precisão no cálculo das estimativas, é necessário medir maior número de plantas para diâmetro do que para altura;

2ª) Para um mesmo número de plantas é preferível amostrar um número maior de parcelas a aumentar o número de plantas por parcela;

3ª) Na época do primeiro desbaste (ocasião em que foram obtidos os dados), quando as plantas iniciavam a

competição dentro das parcelas, de um modo geral, não foi constatada correlação negativa entre plantas de uma mesma parcela;

4ª) A eliminação de aproximadamente 30% das plantas da parcela não alterou os resultados e conclusões obtidos em relação às parcelas com número efetivo de plantas (com baixa porcentagem de falhas).

2. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de espécies florestais pode ser estudado através de medições realizadas principalmente para altura e diâmetro de plantas em amostras representativas dos povoamentos florestais.

O principal problema que aparece ao experimentador é a escolha do melhor tamanho das parcelas que serão utilizadas para obtenção dos dados, e que constituirão a amostra.

Na definição do tamanho da parcela é necessário conhecer a variação das plantas dentro das parcelas bem como a variação entre as parcelas para a obtenção de dados que permitam o mais eficiente uso do material experimental. Nessas parcelas normalmente ocorrem falhas por morte das plantas e estas falhas podem ou não afetar as estimativas dos paramêmetros para as parcelas.

Assim, neste trabalho, as variações nas medições de altura e diâmetro de parcelas de *Pinus elliottii* Eng.

var. *elliottii* e de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* são estudados em onze locais do Estado de São Paulo, com os seguintes objetivos:

1º) A partir da determinação da variação entre parcelas e entre plantas dentro de parcelas pretende-se verificar como melhorar a eficiência do experimento pelo aumento do número de parcelas, ou pelo aumento do número de plantas dentro das parcelas;

2º) Devido à ocorrência de falhas dentro da parcela, um procedimento indicado é considerar a parcela como válida para as estimativas dos parâmetros, desde que as plantas remanescentes constituam pelo menos 70% das plantas iniciais (BLAKE, 1959); assim sendo pretende-se comparar as estimativas dos componentes de variância obtidas a partir das parcelas originais (que apresentaram pequena porcentagem de falhas), com aquelas obtidas das mesmas parcelas após eliminação casual dos dados de, aproximadamente, 30% das plantas;

3º) Em levantamentos dendrométricos com espécies florestais, normalmente é utilizado maior número de plantas para as medições de diâmetro do que para as medições de altura; neste trabalho pretende-se estudar as variações para altura e diâmetro procurando comprovar essa necessidade de maior número de medições para diâmetro do que para altura para se obter uma mesma eficiência no experimento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Componentes de variância e coeficiente de correlação

ANDERSON e BANCROFT (1952) citam que os erros de parcelas vizinhas são, geralmente, correlacionadas positivamente. Entretanto, quando consideram todas as possíveis casualizações, afirmam que dois erros serão aplicados igualmente, com freqüência, à parcelas vizinhas e à parcelas distantes. Daí, consideram que se os erros tendem a ser negativamente correlacionados para parcelas distantes, como eles são positivamente correlacionados para parcelas vizinhas, a correlação média entre esses dois erros seria aproximadamente zero.

COCHRAN e COX (1957) admitem a possibilidade do fato de que observações entre diferentes sub-unidades de uma mesma unidade experimental podem estar correlacionadas. Citam que em experimentos de campo esta correlação é um reflexo do fato de que porções de terra vizinhas tendem a ser semelhantes quanto à fertilidade e outras propriedades agronômi

cas. Mostram que a variância aplicável às sub-unidades é $\sigma^2(1 - \rho)$, e às unidades é $\sigma^2[1 + (\beta - 1)\rho]$, sendo: σ^2 = variância entre sub-unidades de uma mesma unidade; ρ = coeficiente de correlação e β = número de sub-unidades dentro de cada unidade.

STEEL e TORRIE (1960) citam a existência de uma correlação intra-classe que é estimada por:

$$r_I = \frac{QM(\text{Entre Classes}) - QM(\text{Dentro de Classes})}{QM(\text{Entre Classes}) + (n - 1) QM(\text{Dentro de Classes})}$$

onde n = número de observações por classe.

O mesmo resultado seria obtido da equação:

$$r_I = \frac{\hat{\sigma}_r^2}{\hat{\sigma}_r^2 + \hat{\sigma}^2}$$

onde $\hat{\sigma}^2$ é a estimativa do componente da variância dentro de classes e $\hat{\sigma}_r^2$ é a estimativa do componente de variância entre classes.

Afirmam que isto é válido mesmo quando o número de observações varia de uma classe para outra.

Indicam que um teste de significância para a correlação intra-classe é o teste F. O teste deve ser feito usando as variâncias entre e dentro de classes no numerador e denominador, respectivamente. Aconselham, então, fazer um teste de significância antes de calcular r_I .

Indicam, ainda, que quando o quadrado médio entre classes é menor que o quadrado médio dentro de classes deve-se tomar a estimativa de σ_r^2 como zero, isto é $\hat{\sigma}_r^2 = 0$.

Mostram que r_I pode variar de +1 até $-\frac{1}{n-1}$, que é o caso quando QM Entre Classes = 0.

PANSE e SUKHATME (1963) citam exemplos para ilustrar a utilidade da correlação intra-classe. Afirmam que um valor positivo da correlação intra-classe significa que a variação dentro do grupo é menor que a entre os grupos, enquanto que um valor negativo do coeficiente significa que as médias dos grupos tendem a ser semelhantes, apesar da variação dentro dos grupos. Um valor próximo de zero mostraria que as variações dentro dos grupos e entre eles são de mesma ordem, isto é, que a variação real entre grupos não é maior nem menor que dentro dos grupos.

PIMENTEL GOMES *et alii* (1964), trabalhando com amostragem de cana-de-açúcar para determinações tecnológicas, utilizaram para cada variedade ensaiada, 2 blocos, 15 touceiras dentro de cada bloco e 4 canas dentro de cada touceira.

Consideraram inicialmente o modelo matemático:

$$y_{ijk} = m + b_i + t_{ij} + e_{ijk}$$

onde m = média da variedade;

b_i = é o efeito do bloco (fixo) i ($i = 1, 2$);

t_{ij} = é o efeito (aleatório) da touceira j no bloco i
($j = 1, 2, \dots, 15$);

e_{ijk} = é o efeito (aleatório) da cana k na touceira j
do bloco i ($k = 1, 2, 3, 4$).

A análise de variância apresentou o esquema:

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Blocos	1		
Touceiras d. de blocos	28	Q_1	$V_1 = \sigma^2 + 4\sigma_1^2$
Canas d. de touceiras	90	Q_2	$V_2 = \sigma^2$

σ^2 = variância de e_{ijk}

σ_1^2 = variância de t_{ij}

$\hat{\sigma}^2 = Q_2$ = QM Canas d. Touceiras;

$$\hat{\sigma}_1^2 = \frac{1}{4}(Q_1 - Q_2) = \frac{1}{4}[\text{QM Touceiras d. Blocos} - \text{QM Canas d. Touceiras}]$$

Mostram que uma amostra de 20 canas, no caso de 20 canas da mesma touceira, teria como variância da média:

$$V(m_{20}) = \frac{\sigma^2 + 20 \sigma_1^2}{20} = \frac{5V_1 - 4V_2}{20}$$

enquanto que com 20 canas, mas uma de cada touceira obteriam:

$$V(m_1) = \frac{\sigma^2 + \sigma_1^2}{20} = \frac{1}{20} \cdot \frac{V_1 + 3V_2}{4}$$

Admitindo este modelo matemático deveriam ter sempre $V_1 > V_2$, resultando sempre em menor variância da amostra obtida com uma sô cana por touceira.

No entanto, admitindo a possibilidade de ter $V_1 < V_2$, consideraram o modelo:

$$y_{ijk} = m + b_i + e_{ijk}$$

admitindo para duas canas da mesma touceira j , um coeficiente de correlação ρ , resultando na análise de variância seguinte:

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Blocos	1		
Touceiras d. de blocos	28	Q_1	$V_1 = \sigma^2(1 + 3\rho)$
Canas d. de touceiras	90	Q_2	$V_2 = \sigma^2(1 - \rho)$

No caso de ter $\rho > 0$ então $V_1 > V_2$, recaindo-se no caso anterior. Mas se tivesse $\rho < 0$ então ficaria $V_1 < V_2$.

Então:

$$\sigma^2 = \frac{V_1 + 3V_2}{4}$$

$$\rho = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + 3V_2}$$

e:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{Q_1 + 3Q_2}{4}$$

$$\hat{\rho} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1 + 3Q_2}$$

A partir desses valores mostram que para 20 canas de uma mesma touceira:

$$V(m_{20}) = \frac{\sigma^2(1 + 19\rho)}{20} = \frac{5V_1 - 4V_2}{20}$$

e para 20 canas, uma por touceira:

$$V(m_1) = \frac{\sigma^2}{20} = \frac{V_1 + 3V_2}{4}$$

Assim, mostram não haver influência da correlação no cálculo da variância da média.

SNEDECOR (1966) cita um exemplo em que o quadrado médio para amostras é menor que para sub-amostras e admite o componente de variância para amostras com estimativa igual a zero. Discute também sobre a correlação intra-classe, indicando como obter sua estimativa, e como verificar sua significância. Conclui que uma grande correlação intra-classe indica uma variação relativamente pequena entre os indivíduos das sub-amostras. No cálculo da estimativa da correlação intra-classe, onde as sub-amostras não apresentam mesmo número n de indivíduos, manda utilizar, no lugar do valor de n comum, a média dos diferentes valores de n .

Discute ainda o caso de uma amostra, consistindo de n_1 unidades primárias, de cada uma das quais se tomavam n_2 sub-unidades, que apresentava como variância da média $\bar{y}$, o seguinte:

$$\sigma_{\bar{y}}^2 = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_1 n_2}$$

com os dois componentes de variância, σ_1^2 e σ_2^2 , estimados da análise de variância de uma amostra de duas etapas que se tomou anteriormente.

Dá um exemplo numérico e conclui de modo geral que um mesmo erro padrão pode ser obtido para a média da amostra utilizando diversas combinações dos valores de n_1 e n_2 . A decisão de qual a melhor combinação depende do custo de juntar outra unidade primária à amostra (aumentar o número de parcelas) comparado com o custo de incluir outra sub-unidade em cada unidade primária (aumentar o tamanho da parcela).

Assim, CÉSAR *et alii* (1974) e OLIVEIRA *et alii* (1975), trabalhando com amostragem da cana-de-açúcar para fins analíticos a partir de amostras de 6 colmos, retiradas de diferentes talhões, através da análise estatística para brix, pol, pureza e açúcar provável, estimaram os componentes da variância entre amostras ($\hat{\sigma}^2$) e entre talhões ($\hat{\sigma}_t^2$).

Com estes valores, e a partir da expressão que dá a variância da média para n amostras e r talhões:

$$\hat{V}(\hat{m}_n) = \frac{\hat{\sigma}^2}{nr} + \frac{\hat{\sigma}_t^2}{r}$$

tabelaram as semi-amplitudes $-t s(\hat{m}_n)$ - do intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade, para diferentes combinações de n e r , considerando um valor médio para t , como igual a dois ($t = 2,0$).

Dentre outras conclusões, destacam que é preferível considerar um número maior de talhões do que aumentar o número de amostras dentro de cada talhão, pois no primeiro caso o intervalo de confiança foi consideravelmente menor.

3.2. Tamanho da parcela

CHAPMAN e MEYER (1949) citam que o tamanho da parcela varia diretamente com o tamanho e idade das plantas sob investigação. Enquanto parcelas pequenas têm a vantagem da facilidade de medição, repetição e ainda de uniformidade dentro da parcela, elas exageram influências pequenas de condições ambientais, que seriam melhor avaliadas pelo uso de parcelas maiores.

SPURR (1952) recomenda que o tamanho da parcela deve ser suficiente para incluir pelo menos 20 árvores mensuráveis. Para povoamentos mais densos a parcela deve ter pequena área, enquanto que para os menos densos a parcela deve ter área maior, para que se tenha aproximadamente o mesmo número de árvores nas diversas classes.

EVANS *et alii* (1961), citado em CONKLE (1963), determinaram que o tamanho ótimo para parcelas de *Pinus elliottii* para as características: altura e diâmetro à altura do peito era de 20 a 25 árvores.

HUSCH (1963) afirma que o tamanho da parcela deve ser suficientemente grande para que inclua um número representativo de árvores, mas também suficientemente pequeno para que o tempo necessário para as medições não seja excessivo. Afirma ainda que as parcelas podem ter qualquer forma, mas que as parcelas retangulares mostraram ser mais eficientes que as parcelas circulares.

CONKLE (1963), num trabalho sobre determinação do tamanho e forma de parcelas experimentais para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* concluiu que parcelas de uma só árvore foram mais eficientes para árvores de quatro e cinco anos de idade, enquanto que parcelas múltiplas foram tão eficientes quanto parcelas unitárias para árvores de oito, nove e doze anos de idade e que os coeficientes de variação, para os diversos tamanhos de parcela, diminuíam a medida que o tamanho da parcela aumentava.

Concluiu também que parcelas unitárias foram mais valiosas para os objetivos experimentais quando as medições finais eram completadas antes do período de competição intensa entre as árvores na parcela. Depois que a competição iniciou, um aumento na heterogeneidade das árvores em parcelas não desbastadas foi observado. Como consequência do aumento da heterogeneidade, parcelas múltiplas foram recomendadas.

Em todas as parcelas as medições de diâmetro mostraram muito maior heterogeneidade do que as medições de altura. Como consequência, parcelas maiores são necessárias para as determinações de diâmetro do que para as medições de altura.

Nesse trabalho o autor, diante do problema de falhas dentro das parcelas, adotou o procedimento indicado por BLAKE (1959), segundo o qual a estimativa da média de uma parcela não é consideravelmente afetada pela perda de árvores, desde que setenta por cento do número total de árvores da par

cela estejam presentes. Assim, quando as plantas remanescentes na parcela eram em número inferior a setenta por cento do total, a parcela não era considerada nos cálculos.

Igual procedimento com relação às falhas foi adotado por FERREIRA *et alii* (1976) num estudo sobre determinação do tamanho ideal de parcelas para inventários florestais de *Eucalyptus* spp.

Ainda, FERREIRA *et alii* (1977) concluíram que no cálculo de volume de parcelas de *Eucalyptus* spp o melhor resultado se obteve utilizando-se a área basal e a altura média das cinco maiores árvores da parcela do que utilizando-se a área basal e a altura média de todas as plantas da parcela.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

No presente trabalho foram utilizados dados de diâmetro e altura de plantas das espécies: *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* e *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis*. A primeira espécie foi utilizada por se tratar de uma espécie com plantio bastante difundido no Estado de São Paulo, e a segunda por se tratar de uma espécie que alcança grande desenvolvimento nas condições de clima e solo do Estado.

Esses dados foram obtidos a partir de um experimento de competição de espécies florestais, instalado em março de 1961 pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo em diversas localidades do Estado, com a finalidade de estudar o comportamento de algumas espécies de *Pinus* (GURGEL FILHO, 1970).

Os dados disponíveis são provenientes das medições individuais de altura e diâmetro das árvores, coletados

em julho de 1967 (época em que se realizou o primeiro desbaste) em 11 localidades diferentes, que são apresentadas a seguir, com as suas localizações geográficas definidas pela latitude sul e longitude oeste, respectivamente:

- Moji-Mirim ($22^{\circ}26'$, $46^{\circ}57'$)
- Pindamonhangaba ($22^{\circ}56'$, $45^{\circ}27'$)
- Avaré ($23^{\circ}06'$, $46^{\circ}55'$)
- Manduri ($23^{\circ}00'$, $49^{\circ}19'$)
- Itararé ($24^{\circ}07'$, $49^{\circ}20'$)
- Santa Rita do Passa Quatro ($21^{\circ}40'$, $47^{\circ}30'$)
- Buri ($23^{\circ}43'$, $48^{\circ}28'$)
- Pederneiras ($22^{\circ}22'$, $48^{\circ}44'$)
- Itirapina ($22^{\circ}15'$, $47^{\circ}49'$)
- Paraguaçu-Paulista ($22^{\circ}25'$, $50^{\circ}35'$)
- Casa Branca ($21^{\circ}46'$, $47^{\circ}05'$)

Para Pindamonhangaba, Avaré e Buri foram utilizadas 4 parcelas de 25 plantas (5 x 5); para Santa Rita do Passa Quatro 5 parcelas de 56 plantas (7 x 8) e, para os demais locais, 5 parcelas de 35 plantas (5 x 7). Em todos os locais o espaçamento utilizado foi de 2 x 2 m.

Como as medições foram apresentadas com precisões diferentes nos diversos locais, foi feita uma uniformização dos dados do seguinte modo:

a) Para alturas, as medições foram transformadas para metros, e apresentadas com uma casa decimal;

b) Para diâmetros, as medições foram transformadas para centímetros, e apresentadas com números inteiros e se referem ao diâmetro à altura do peito (tomado a cerca de 1,30 m do solo).

4.2. Métodos

Os dados de medições foram trabalhados de duas maneiras:

a) Considerando-se o número efetivo de plantas por parcela (que apresentou 10,8% como maior porcentagem de falhas dentro de um local),

b) Considerando-se as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais (obtidas pela eliminação casual dos dados de aproximadamente 30% das plantas de cada parcela).

4.2.1. Considerando-se o número efetivo de plantas por parcela

Para cada local foi feita uma análise de variância para cada espécie e cada parâmetro, obedecendo ao seguinte esquema:

Causas de Variação	G.L.	E(Q.M.)
Entre parcelas	I - 1	$\sigma^2 + K\sigma_p^2$
Entre plantas d. parcelas	N - I	σ^2
Total	N - 1	-

onde: I = número de parcelas

N = número total de plantas do local

σ^2 = variância entre plantas dentro de parcelas

σ_p^2 = variância entre parcelas

K = número de plantas por parcela

$$\text{sendo } K = \frac{1}{I - 1} \left(N - \frac{\sum_{i=1}^I n_i^2}{N} \right)$$

com n_i = total de plantas da parcela i .

O modelo matemático utilizado, para cada local, foi:

$$x_{ij} = m + p_i + e_{ij}$$

onde: x_{ij} = valor observado para a planta j da parcela i

m = média de todas as plantas

p_i = efeito devido à parcela i , com $i = 1, 2, \dots, I$

e_{ij} = efeito devido à planta j da parcela i , com

$j = 1, 2, \dots, n_i$

Para cada local o coeficiente de variação foi calculado por:

$$C.V. = \frac{100 \cdot \sqrt{\text{QM Entre Plantas d. Parcelas}}}{\hat{m}}$$

As estimativas dos componentes de variância foram determinadas a partir do sistema de equações seguinte:

$$\begin{cases} \text{QM Entre Parcelas} = \hat{\sigma}^2 + K\hat{\sigma}_p^2 \\ \text{QM Entre Plantas d. Parcelas} = \hat{\sigma}^2 \end{cases}$$

Portanto:

$$\hat{\sigma}^2 = \text{QM Entre Plantas d. Parcelas}$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{\text{QM Entre Parcelas} - \text{QM Entre Plantas d. Parcelas}}{K}$$

Quando o quadrado médio entre parcelas era menor que o quadrado médio entre plantas dentro de parcelas foi admitida, de acordo com COCHRAN e COX (1957), a possibilidade de uma correlação entre plantas de uma mesma parcela (ρ), usando o esquema:

Causas de Variação	G.L.	E(Q.M.)
Entre parcelas	I - 1	$\sigma^2 [1 + (K - 1) \rho]$
Entre plantas d. parcelas	N - I	$\sigma^2 (1 - \rho)$
Total	N - 1	-

Igualando-se os quadrados médios às respectivas estimativas dos componentes de variância resulta um sistema de equações que permite obter $\hat{\sigma}^2$ e $\hat{\rho}$.

Um teste de significância para testar $\hat{\rho}$ é o teste F (STEEL e TORRIE, 1960), ou seja:

$$F = \frac{\text{QM Entre Parcelas}}{\text{QM Entre Plantas d. Parcelas}},$$

com (I - 1) e (N - I) graus de liberdade.

A não significância de F implica na nulidade da variância entre parcelas, isto é: $\sigma_p^2 = 0$. Então, antes de se calcular $\hat{\rho}$ deve-se verificar se o teste é significativo. Se o teste for não significativo não há necessidade de se considerar a existência de correlação.

Após as análises para cada local, procurou-se reunir as análises para cada espécie e parâmetro (diâmetro e altura) numa única análise com a finalidade de obter uma estimativa média de σ^2 e σ_p^2 , para os diversos locais com homogeneidade nas variações entre plantas dentro de parcelas ou seja, com relação entre o maior e o menor valor de $\hat{\sigma}^2$ inferior a 4.

A estrutura dos dados se enquadra numa classificação hierárquica, pois as parcelas de um local, evidentemente, não são as mesmas dos outros locais.

Foi considerado o modelo:

$$x_{hij} = m + \ell_h + p_{hi} + e_{hij}$$

onde: x_{hij} = valor observado na planta j da parcela i no local h ;

ℓ_h = efeito devido ao local h , com $h = 1, 2, \dots, 11$, e considerado fixo;

p_{hi} = efeito devido à parcela i do local h , com $i = 1, 2, \dots, n_h$ (n_h = número de parcelas do local h), e considerado aleatório;

e_{hij} = efeito devido à planta j da parcela i do local h , com $j = 1, 2, \dots, n_{hi}$ (n_{hi} = número de plantas da parcela i do local h), e considerado aleatório.

O esquema da análise de acordo com a classificação hierárquica foi:

Causas de Variação	G.L.	E(Q.M.)
Locais	10	-
Parcelas d. Locais	$\sum_{h=1}^{11} n_h - 11$	$\sigma^2 + K_1 \sigma_p^2$
Plantas d. Parcelas d. Locais	$N_{..} - \sum_{h=1}^{11} n_h$	σ^2
Total	$N_{..} - 1$	

$$\text{onde: } K_1 = \frac{1}{\sum_{h=1}^{11} n_h - 11} \left(N_{..} - \sum_{h=1}^{11} \frac{\sum_{i=1}^{n_h} n_{hi}^2}{N_{h.}} \right)$$

sendo: $N_{..}$ = número total de plantas

n_h = número de parcelas do local h

n_{hi} = número de plantas da parcela i com o local h

$N_{h.}$ = número de plantas do local h .

Dai se tem que:

$$\hat{\sigma}^2 = \text{QM Plantas d. Parcelas d. Locais}$$

e

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{\text{QM Parcelas d. Locais} - \text{QM Plantas d. Parcelas d. Locais}}{K_1}$$

Também:

$$\text{C.V.} = \frac{100 \cdot \sqrt{\text{QM Plantas d. Parcelas d. Locais}}}{\hat{m}}$$

Obtidas as estimativas de σ^2 e σ_p^2 , para cada espécie (*Pinus elliottii* e *Pinus hondurensis*) e cada parâmetro (diâmetro e altura) procurou-se determinar a semi-amplitude do intervalo de confiança a 95% de probabilidade para a média geral, para diferentes números de parcelas (I) e de plantas por parcela (K), num procedimento semelhante ao de CESAR *et alii* (1974), ou seja:

$$\hat{V}(\hat{m}_K) = \frac{\hat{\sigma}^2 + K\hat{\sigma}_p^2}{KI}$$

onde: K = número de plantas por parcela

I = número de parcelas

$\hat{m}_K$ = média de K plantas

$\hat{V}(\hat{m}_K)$ = variância da média

$$\text{Então } s(\hat{m}_K) = \sqrt{\hat{V}(\hat{m}_K)}$$

e a semi-amplitude do intervalo de confiança foi calculada por:

$$t_{\alpha} s(\hat{m}_K)$$

onde o valor de t da tabela, ao nível de 5% de probabilidade foi considerado em todos os cálculos, como igual a dois ($t = 2,0$), do mesmo modo que CESAR *et alii* (1974). Tal procedimento foi adotado para se poder trabalhar com um valor único de t, função dos números de graus de liberdade entre plantas dentro de parcelas utilizados na estimação dos valores de $\hat{\sigma}^2$.

4.2.2. Considerando-se as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais

Neste caso, das parcelas originais, foram eliminadas ao acaso as medições de um determinado número de plantas que somado ao número de falhas que havia na parcela a deixava com um número de plantas de aproximadamente 70% das plantas originais.

O objetivo foi estudar os componentes de variância naquela situação limite indicada por BLAKE (1959), fixando em 70% de sobrevivência o limite abaixo do qual a parcela seria considerada perdida, pois a sua inclusão afetaria sensivelmente a estimativa da média entre as parcelas.

Assim, foram considerados para este estudo os seguintes números de plantas por parcela:

- Pindamonhangaba, Avaré e Buri → 4 parcelas com 18 plantas;
- Santa Rita do Passa Quatro → 5 parcelas com 40 plantas;
- Moji-Mirim, Manduri, Itararé, Pederneiras, Itirapina, Paraguaçu - Paulista e Casa Branca → 5 parcelas com 25 plantas.

A partir desses dados o procedimento utilizado foi o mesmo do caso em que foi considerado o número efetivo de plantas por parcela.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Considerando-se o número efetivo de plantas por parcela

Os resultados obtidos por parcela, em cada local, são apresentados no Apêndice 1 (*Pinus elliottii* - diâmetro), Apêndice 2 (*Pinus elliottii* - altura), Apêndice 3 (*Pinus hondurensis* - diâmetro) e Apêndice 4 (*Pinus hondurensis* - altura).

5.1.1. Análise de variância

A partir dos resultados obtidos por parcela foram efetuadas as análises de variância para as duas espécies, tanto para diâmetro como para altura, e os resultados são apresentados, por local, nos Quadros 1 a 11.

Exemplo de obtenção da análise de variância:

Local: Moji- Mirim

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

a) Obtenção dos graus de liberdade (G.L.) e somas de quadrados (S.Q.):

$$GL \text{ Entre Parcelas} = I - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$GL \text{ Total} = N - 1 = 158 - 1 = 157$$

$$GL \text{ Entre Plantas d. Parcelas} = N - I = 158 - 5 = 153$$

$$\begin{aligned} SQ \text{ Entre Parcelas} &= \sum_{i=1}^5 \frac{P_i^2}{n_i} - C \\ &= \frac{265^2}{34} + \frac{223^2}{33} + \frac{212^2}{31} + \frac{236^2}{30} + \frac{224^2}{30} - \frac{1160^2}{158} \\ &= 34,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SQ \text{ Total} &= \sum_{ij} x_{ij}^2 - C \\ &= 2.201 + 1.659 + 1.524 + 1.960 + 1.832 - \frac{1160^2}{258} \\ &= 659,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SQ \text{ Entre Plantas d. Parcelas} &= SQ \text{ Total} - SQ \text{ Entre Parcelas} \\ &= 659,55 - 34,80 \\ &= 624,75 \end{aligned}$$

b) Obtenção do valor de K

$$\begin{aligned} K &= \frac{1}{I - 1} \left(N - \frac{\sum_{i=1}^I n_i^2}{N} \right) \\ K &= \frac{1}{5 - 1} \left(158 - \frac{34^2 + 33^2 + 31^2 + 30^2 + 30^2}{158} \right) \\ K &= 31,58 \end{aligned}$$

QUADRO 1 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Moji-Mirim.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	8,70 ^{NS}	$\sigma^2 + 31,58 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	153	4,08	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,26*	$\sigma^2 + 31,58 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	153	0,77	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,57*	$\sigma^2 + 33,79 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	164	5,48	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,50 ^{NS}	$\sigma^2 + 33,79 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	164	1,81	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

* = significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 2 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Pindamonhangaba.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	5,80 ^{NS}	$\sigma^2 + 22,99 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	88	5,38	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	0,55 ^{NS}	$\sigma^2 + 22,99 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	88	0,91	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	0,90 ^{NS}	$\sigma^2 + 24,49 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	8,30	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	1,41 ^{NS}	$\sigma^2 + 24,49 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	2,76	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 3 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Avaré.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	49,10**	$\sigma^2 + 24,50 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	3,97	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	19,01**	$\sigma^2 + 24,50 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	0,67	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	21,72**	$\sigma^2 + 25,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	96	4,85	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	10,66**	$\sigma^2 + 25,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	96	2,39	σ^2

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 4 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Manduri.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,30 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,60 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	168	3,47	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,39 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,60 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	168	0,76	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,43 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	167	6,83	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	13,04**	$\sigma^2 + 34,40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	167	1,71	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 5 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Itararé.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	8,50**	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	1,68	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,47 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	0,69	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	7,43 ^{NS}	$\sigma^2 + 35,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	170	4,67	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,35 ^{NS}	$\sigma^2 + 35,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	170	0,84	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 6 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Santa Rita do Passa Quatro.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	23,93**	$\sigma^2 + 55,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	270	3,58	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	7,89**	$\sigma^2 + 55,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	270	0,83	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	36,66**	$\sigma^2 + 56,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	275	8,23	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	30,00**	$\sigma^2 + 56,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	275	2,59	σ^2

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 7 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Buri.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	11,53*	$\sigma^2 + 24,49 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	4,20	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	2,21*	$\sigma^2 + 24,49 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	94	0,74	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	4,35 ^{NS}	$\sigma^2 + 25,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	96	5,38	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	5,81**	$\sigma^2 + 25,00 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	96	1,31	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

* = significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 8 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Pederneiras.

Espécie: *Pinus elliotti*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,94 ^{NS}	$\sigma^2 + 31,59 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	153	1,89	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,41 ^{NS}	$\sigma^2 + 31,59 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	153	0,38	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	5,48 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	167	5,07	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,23 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	167	1,65	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 9 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Itirapina.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	4,19 ^{NS}	$\sigma^2 + 32,39 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	157	2,93	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,99 ^{NS}	$\sigma^2 + 32,39 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	157	0,63	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	20,80*	$\sigma^2 + 31,12 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	151	6,54	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,12*	$\sigma^2 + 31,12 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	151	1,31	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

* = significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Paraguaçu - Paulista.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	23,95**	$\sigma^2 + 31,77 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	154	4,35	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	5,25**	$\sigma^2 + 31,77 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	154	0,87	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	22,75**	$\sigma^2 + 34,20 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	166	5,64	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	8,39**	$\sigma^2 + 34,20 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	166	2,12	σ^2

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 11 - Análise de variância, considerando o número efetivo de plantas por parcela, para o local: Casa Branca.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	5,65 ^{NS}	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	2,85	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	3,46**	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	0,79	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	27,65**	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	6,53	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	31,40**	$\sigma^2 + 34,80 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	169	2,06	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade

** = significativo a 1% de probabilidade.

5.1.2. Estimativas dos componentes de variância

A partir das análises que constam nos Quadros 5 a 15, obteve-se a estimativa da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), a estimativa da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$) e o coeficiente de variação (C.V.) sendo os resultados apresentados nos Quadros 12 e 13.

Nos casos em que o QM Entre Parcelas foi menor que o QM Entre Plantas d. Parcelas, foi verificada a significância do teste F a fim de pesquisar a existência da correlação entre duas plantas de uma mesma parcela. No entanto foram encontrados apenas dois valores significativos, ambos para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: para diâmetro em Moji-Mirim e altura em Itirapina.

Então desprezou-se a existência de correlação negativa e, nos casos em que o QM Entre Parcelas foi menor que o QM Entre Plantas d. Parcelas, a estimativa da variância entre parcelas foi considerada igual a zero ($\hat{\sigma}_p^2 = 0$).

Exemplo de cálculo:

a) Estimativas dos componentes

Local: Moji-Mirim

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

$$\text{QM Entre Parcelas} = \hat{\sigma}^2 + K \hat{\sigma}_p^2$$

$$\text{QM Entre Plantas d. Parcelas} = \hat{\sigma}^2$$

$$8,70 = \hat{\sigma}^2 + 31,58 \hat{\sigma}_p^2$$

$$4,08 = \hat{\sigma}^2$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{8,70 - 4,08}{31,58}$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = 0,15$$

b) Coeficiente de variação

$$C.V. = \frac{100 \cdot \sqrt{QM \text{ Entre Plantas d. Parcelas}}}{\hat{m}}$$

$$\text{onde: } \sqrt{QM \text{ Entre Plantas d. Parcelas}} = \sqrt{4,08} = 2,02 \text{ cm}$$

$$\hat{m} = \frac{\sum x_{ij}}{N} = \frac{1\ 160}{158} = 7,34 \text{ cm}$$

$$C.V. = \frac{100 \times 2,02}{7,34}$$

$$C.V. = 27,52\%$$

QUADRO 12 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com número efetivo de plantas, para *Pinus elliottii*.

Local	Diâmetro			Altura		
	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	C.V.(%)	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	C.V.(%)
Moji-Mirim	4,08	0,15	27,52	0,77	0,05	18,59
Pindamonhangaba	5,38	0,02	23,69	0,91	0,00	15,81
Avaré	3,97	1,84	19,06	0,67	0,75	13,17
Manduri	3,47	0,00	15,50	0,76	0,02	11,81
Itararé	1,68	0,20	12,46	0,69	0,00	13,14
Sta. Rita do P. Quatro	3,58	0,37	34,60	0,83	0,13	21,23
Buri	4,20	0,30	17,48	0,74	0,06	12,18
Pederneiras	1,89	0,03	18,17	0,38	0,00	13,93
Itirapina	2,93	0,04	22,18	0,63	0,01	13,57
Paraguaçu-Paulista	4,35	0,62	22,45	0,87	0,14	19,06
Casa Branca	2,85	0,08	24,25	0,79	0,08	19,52

QUADRO 13 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com número efetivo de plantas, para *Pinus hondurensis*.

Local	Diâmetro			Altura		
	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	C.V.(%)	$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	C.V.(%)
Moji-Mirim	5,48	0,00	18,65	1,81	0,00	14,08
Pindamonhangaba	8,30	0,00	19,84	2,76	0,00	16,33
Avaré	4,85	0,67	15,77	2,39	0,33	15,00
Manduri	6,83	0,00	16,79	1,71	0,33	10,87
Itararé	4,67	0,08	18,22	0,84	0,01	13,03
Sta. Rita do P. Quatro	8,23	0,51	25,99	2,59	0,49	19,07
Buri	5,38	0,00	16,20	1,31	0,18	11,46
Pederneiras	5,07	0,01	18,91	1,65	0,00	14,48
Itirapina	6,54	0,46	22,15	1,31	0,00	12,09
Paraguaçu-Paulista	5,64	0,50	18,05	2,12	0,18	14,27
Casa Branca	6,53	0,61	24,85	2,06	0,84	17,56

Através dos resultados dos Quadros 12 e 13 verifica-se que as estimativas de variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$) foram maiores que as estimativas de variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), para cada espécie e parâmetro, em cada local, com uma única exceção para Avaré, com altura de *Pinus elliottii*.

Os valores dos coeficientes de variação, em cada local, foram sempre maiores para diâmetro que para altura

(a única exceção foi para Itararé, com *Pinus elliottii*), indicando que, para se obter uma mesma precisão nas estimativas das parcelas, deve-se fazer maior número de medições para diâmetro do que para altura, concordando os resultados com CONKLE (1963) e FERREIRA (1977).

Foram obtidas, em diversos casos, estimativas de variância entre parcelas, nulas. Isto aconteceu nos casos em que os quadrados médios de parcelas foram menores que os quadrados médios entre plantas dentro de parcelas, daí considerar-se $\hat{\sigma}_p^2 = 0,00$, pois relacionando os dois quadrados médios através do teste F de Snedecor verificou-se que não houve diferença significativa entre eles, com exceção aos valores obtidos para *Pinus hondurensis*, em Moji-Mirim para diâmetro e Itirapina para altura. Desse modo foi eliminada a possibilidade de admitir a ocorrência de correlação negativa entre duas plantas de uma mesma parcela na época do desbaste (época em que se iniciava a competição entre as plantas de uma mesma parcela).

Como consequência do maior desenvolvimento obtido para as plantas de *Pinus hondurensis*, as estimativas de variância entre plantas dentro de parcelas foram sempre maiores para *Pinus hondurensis* que para *Pinus elliottii*, tanto para altura como para diâmetro.

Verifica-se ainda que as relações entre o maior e o menor quadrado médio entre plantas dentro de parcela, considerando os 11 locais, foram sempre pequenas (menores que 4 vezes) para todos os casos, a saber: *Pinus elliottii* (diâmetro

e altura) e *Pinus hondurensis* (diâmetro e altura). Por esse motivo os dados dos 11 locais foram agrupados numa única análise.

Os resultados dessas análises são apresentados a seguir:

Pinus elliottii - diâmetro

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	7.692,16	-	-
Parcelas d. Locais	41	519,90	12,68	$\sigma^2 + 33,22 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.669	5.602,68	3,36	σ^2
Total	1720	13.814,74	-	-

Pinus elliottii - altura

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	1.950,98	-	-
Parcelas d. Locais	41	153,75	3,75	$\sigma^2 + 33,22 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.669	1.175,75	0,70	σ^2
Total	1.720	3.280,48	-	-

Pinus hondurensis - diâmetro

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	4.345,48	-	-
Parcelas d. Locais	41	571,97	13,95	$\sigma^2 + 34,10 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.715	10.734,15	6,26	σ^2
Total	1.766	15.651,60	-	-

Pinus hondurensis - altura

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	3.038,65	-	-
Parcelas d. Locais	41	416,02	10,15	$\sigma^2 + 34,10 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.715	3.225,63	1,88	σ^2
Total	1.766	6.680,30	-	-

Das análises foram obtidas as seguintes estimativas:

	<i>Pinus elliottii</i>		<i>Pinus hondurensis</i>	
	diâmetro	altura	diâmetro	altura
$\hat{\sigma}^2$	3,36	0,70	6,26	1,88
$\hat{\sigma}_p^2$	0,28	0,09	0,23	0,24
C.V. (%)	21,30	15,41	19,98	14,68

Em todos os casos, as análises mostraram que a estimativa de variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$) foi sempre menor que a estimativa de variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$).

Ainda, o coeficiente de variação para diâmetro foi maior que para altura.

Com *Pinus elliottii* as estimativas de variância entre plantas dentro de parcelas, para diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 3,36$) e para altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,70$) foram menores que as estimativas com *Pinus hondurensis*, para diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 8,26$) e para altura ($\hat{\sigma}^2 = 1,88$), respectivamente. No entanto o coeficiente de variação para *Pinus elliottii* foi maior que para *Pinus hondurensis*, tanto para diâmetro como para altura. A explicação para isso é que a maior média de diâmetro ou altura para *Pinus hondurensis*, compensou aqueles valores maiores de variação entre plantas dentro de parcelas, quando se calculou o coeficiente de variação.

5.1.3. Intervalos de confiança

A partir das estimativas de σ^2 e σ_p^2 , das análises conjuntas, procurou-se calcular e tabelar os valores da semi-amplitude do intervalo de confiança com 95% de probabilidade, para a média geral de I parcelas com K plantas por parcela, de acordo com CESAR *et alii* (1974).

Assim, a variância da média foi calculada por

$$\hat{V}(\bar{m}) = \frac{\hat{\sigma}^2 + K \hat{\sigma}_p^2}{KI}$$

A semi-amplitude do intervalo de confiança foi calculada por $t_{\alpha} \sqrt{\hat{V}(\hat{m})}$, com o valor de t_{α} considerado em todos os casos igual a 2, da mesma forma que CESAR *et alii* (1974).

A variância da média pode ser expressa por:

$$\hat{V}(\hat{m}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{KI} + \frac{\hat{\sigma}_p^2}{I}$$

Então um aumento no número de parcelas (I) sempre acarretará numa diminuição da variância da média, diminuição esta que poderá ser mais ou menos acentuada, dependendo do valor de $\hat{\sigma}_p^2$.

Então o tabelamento dos valores da semi-amplitude do intervalo de confiança teve por finalidade a quantificação dessa diminuição.

Os valores da semi-amplitude do intervalo de confiança encontram-se nos Quadros 14 a 17.

QUADRO 14 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus elliottii* - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 3,36$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,28$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	3,82	2,70	2,20	1,91	1,71	1,21	0,85	0,60	0,49	0,38
2	2,80	1,98	1,62	1,40	1,25	0,89	0,63	0,44	0,36	0,28
3	2,37	1,67	1,37	1,18	1,06	0,75	0,53	0,37	0,31	0,24
4	2,12	1,50	1,22	1,06	0,95	0,67	0,47	0,33	0,27	0,21
5	1,95	1,38	1,13	0,98	0,87	0,61	0,44	0,31	0,25	0,20
10	1,57	1,11	0,91	0,78	0,70	0,50	0,35	0,25	0,20	0,16
20	1,34	0,95	0,77	0,67	0,60	0,42	0,30	0,21	0,17	0,13
40	1,21	0,85	0,70	0,60	0,55	0,38	0,27	0,19	0,16	0,12
60	1,16	0,82	0,67	0,58	0,52	0,37	0,26	0,18	0,15	0,12
100	1,12	0,79	0,65	0,56	0,50	0,35	0,25	0,18	0,15	0,11

QUADRO 15 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus elliottii* - altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,70$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,09$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	1,81	1,28	1,05	0,91	0,81	0,57	0,41	0,29	0,23	0,18
2	1,35	0,95	0,78	0,67	0,60	0,43	0,30	0,21	0,17	0,14
3	1,15	0,82	0,67	0,58	0,52	0,37	0,26	0,18	0,15	0,11
4	1,04	0,74	0,60	0,52	0,47	0,33	0,23	0,17	0,13	0,10
5	0,97	0,69	0,56	0,49	0,43	0,31	0,22	0,16	0,12	0,10
10	0,81	0,57	0,47	0,40	0,36	0,26	0,18	0,13	0,10	0,08
20	0,71	0,50	0,41	0,36	0,32	0,23	0,16	0,11	0,09	0,07
40	0,66	0,47	0,38	0,33	0,29	0,21	0,15	0,11	0,08	0,07
60	0,64	0,45	0,37	0,32	0,29	0,20	0,14	0,10	0,08	0,06
100	0,60	0,44	0,36	0,31	0,28	0,20	0,14	0,10	0,08	0,06

QUADRO 16 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus hondurensis* - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 6,26$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,23$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	5,09	3,60	2,94	2,55	2,28	1,67	1,14	0,81	0,66	0,51
2	3,67	2,59	2,12	1,83	1,64	1,24	0,82	0,58	0,47	0,37
3	3,04	2,15	1,76	1,52	1,36	1,05	0,68	0,48	0,39	0,30
4	2,68	1,89	1,55	1,34	1,20	0,95	0,60	0,42	0,35	0,27
5	2,43	1,72	1,41	1,22	1,09	0,88	0,54	0,39	0,31	0,24
10	1,85	1,31	1,07	0,93	0,83	0,72	0,41	0,29	0,24	0,19
20	1,47	1,04	0,85	0,74	0,66	0,63	0,33	0,23	0,19	0,15
40	1,24	0,88	0,72	0,62	0,56	0,58	0,28	0,20	0,16	0,12
60	1,16	0,82	0,67	0,58	0,52	0,56	0,26	0,18	0,15	0,11
100	1,08	0,77	0,62	0,54	0,48	0,34	0,24	0,17	0,14	0,11

QUADRO 17 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus hondurensis* - altura ($\hat{\sigma}^2 = 1,88$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,24$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	2,91	2,06	1,68	1,46	1,30	0,92	0,65	0,46	0,38	0,29
2	2,17	1,54	1,25	1,09	0,97	0,69	0,49	0,34	0,28	0,22
3	1,86	1,32	1,07	0,93	0,83	0,59	0,42	0,29	0,24	0,19
4	1,69	1,19	0,97	0,84	0,75	0,53	0,38	0,27	0,22	0,17
5	1,57	1,11	0,91	0,78	0,70	0,50	0,35	0,25	0,20	0,16
10	1,31	0,93	0,76	0,65	0,59	0,41	0,29	0,21	0,17	0,13
20	1,16	0,82	0,67	0,58	0,52	0,37	0,26	0,18	0,15	0,11
40	1,07	0,76	0,62	0,54	0,48	0,34	0,24	0,17	0,14	0,11
60	1,04	0,74	0,60	0,52	0,47	0,33	0,23	0,16	0,13	0,10
100	1,02	0,72	0,58	0,51	0,46	0,32	0,23	0,16	0,13	0,10

Examinando os valores dos Quadros 14 a 17, verifica-se que uma redução mais acentuada na variância da média se obtém pelo aumento do número de parcelas do que pelo aumento do número de plantas da parcela.

Assim, por exemplo, para um número de plantas igual a 20, do Quadro 17 verifica-se que:

I	K	t . s (m)
1	20	1,16
2	10	0,93
4	5	0,78
5	4	0,75
10	2	0,69
20	1	0,65

Então é preferível amostrar um número maior de parcelas do que aumentar o número de plantas dentro de cada parcela, para um número constante de plantas.

5.2. Considerando-se as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais

Os resultados obtidos por parcela, em cada local, são apresentados no Apêndice 5 (*Pinus elliottii* - diâmetro), Apêndice 6 (*Pinus elliottii* - altura), Apêndice 7 (*Pinus hondurensis* - diâmetro) e Apêndice 8 (*Pinus hondurensis* - altura).

5.2.1. Análise de variância

As análises de variância, por local, obtidas a partir dos dados que se encontram nos Apêndices 5 a 8, são apresentadas nos Quadros 18 a 28.

5.2.2. Estimativas dos componentes de variância

Também nas análises dos Quadros 18 a 28 ocorreram quadrados médios entre parcelas menores que quadrados médios entre plantas dentro de parcelas, mas o teste F não foi significativo em nenhum desses casos. Quando isto ocorreu, foi desprezada a existência de correlações negativas entre plantas de uma mesma parcela, e considerou-se a estimativa de variância entre parcelas igual a zero ($\hat{\sigma}_p^2 = 0,00$).

Para cada local calculou-se a estimativa da variância entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$), a estimativa da variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$) e o coeficiente de variação (C.V.), que são apresentados nos Quadros 29 e 30.

QUADRO 18 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Moji-Mirim.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	7,27 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	4,51	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,82 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,85	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,17 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	5,26	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,57 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,90	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 19 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Pindamonhangaba.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	5,69 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	5,78	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	0,66 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	1,02	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	2,69 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	8,53	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	4,45 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	2,05	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 20 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Avaré.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	38,72**	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	4,55	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	15,97**	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	0,68	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	15,88**	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	4,83	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	6,09 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	2,49	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 21 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Manduri.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	6,27 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	3,43	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,72**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,69	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	6,99 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	6,90	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	8,34**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,90	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 22 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Itararé.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	10,61**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,68	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,45 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,75	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	6,91 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	5,30	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	1,25 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,90	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade

QUADRO 23 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Santa Rita do Passa Quatro.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	20,59**	$\sigma^2 + 40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	195	3,48	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	7,16**	$\sigma^2 + 40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	195	0,82	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	31,56**	$\sigma^2 + 40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	195	7,79	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	24,79**	$\sigma^2 + 40 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	195	2,54	σ^2

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 24 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Buri.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	8,13 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	4,07	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	1,62 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	0,78	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	3,12 ^{NS}	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	6,21	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	3	6,58**	$\sigma^2 + 18 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	68	1,39	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 25 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Pederneiras

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,50 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,99	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,28 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,42	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	3,94 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	4,14	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,46 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,69	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 26 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Itirapina.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	6,69 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	3,23	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,94 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,66	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	23,07*	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	6,88	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	0,54 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,36	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

* = significativo a 5% de probabilidade.

QUADRO 27 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Paraguaçu - Paulista:

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	19,99**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	4,27	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	4,51**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,88	σ^2

Espécie: *Pinus hondurensis*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	14,93*	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	5,63	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	3,93 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	1,96	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

* = significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 28 - Análise de variância, considerando as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para o local: Casa Branca.

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,04 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	2,91	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	2,10 ^{NS}	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	0,86	σ^2

Espécie: *Pinus elliottii*

Parâmetro: diâmetro

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	25,87**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	6,47	σ^2

Parâmetro: altura

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)
Entre Parcelas	4	19,51**	$\sigma^2 + 25 \sigma_p^2$
Entre Plantas d. Parcelas	120	2,13	σ^2

NS = não significativo a 5% de probabilidade.

** = significativo a 1% de probabilidade.

QUADRO 29 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas (σ^2), da variância entre parcelas (σ_p^2), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para *Pinus elliottii*.

Local	Diâmetro			Altura		
	σ^2	σ_p^2	C.V.(%)	σ^2	σ_p^2	C.V.(%)
Moji-Mirim	4,51	0,11	28,75	0,85	0,04	19,67
Pindamonhangaba	5,78	0,00	24,72	1,02	0,00	16,84
Avaré	4,55	1,90	20,19	0,68	0,85	13,26
Manduri	3,43	0,12	15,52	0,69	0,09	11,27
Itararé	1,68	0,36	12,52	0,75	0,00	13,84
Sta. Rita do P. Quatro	3,48	0,43	33,28	0,82	0,16	20,92
Buri	4,07	0,23	17,25	0,78	0,05	12,66
Pederneiras	1,99	0,02	18,85	0,42	0,00	14,64
Itirapina	3,23	0,14	23,26	0,66	0,01	13,97
Paraguaçu-Paulista	4,27	0,63	21,95	0,88	0,15	19,14
Casa Branca	2,91	0,00	24,08	0,86	0,05	20,09

QUADRO 30 - Estimativas da variância entre plantas dentro de parcelas (σ^2), da variância entre parcelas (σ_p^2), e do coeficiente de variação (C.V.), determinadas a partir das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, para *Pinus hondurensis*.

Local	Diâmetro			Altura		
	σ^2	σ_p^2	C.V.(%)	σ^2	σ_p^2	C.V.(%)
Moji-Mirim	5,26	0,00	18,14	1,90	0,00	14,44
Pindamonhangaba	8,53	0,00	20,25	2,05	0,10	14,14
Avaré	4,83	0,62	15,44	2,49	0,20	15,20
Manduri	6,90	0,01	16,92	1,90	0,26	11,48
Itararé	5,30	0,07	19,25	0,90	0,02	13,54
Sta. Rita do P. Quatro	7,79	0,60	25,25	2,54	0,56	18,92
Buri	6,21	0,00	17,56	1,39	0,29	11,73
Pederneiras	4,14	0,00	16,97	1,69	0,00	14,82
Itirapina	6,88	0,65	22,37	1,36	0,00	12,39
Paraguaçu-Paulista	5,63	0,37	17,59	1,96	0,08	13,47
Casa Branca	6,47	0,78	24,59	2,13	0,70	17,78

Os resultados obtidos concordam com aqueles obtidos a partir das parcelas com número efetivo de plantas (Quadros 12 e 13).

A única diferença nas conclusões foi que, para as parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, o do quadrado médio entre parcelas menor que o quadrado médio entre plantas dentro de parcelas foi não significativo pelo teste F.

Os resultados das análises envolvendo os 11 locais são apresentados a seguir:

Pinus elliottii - diâmetro

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	5.483,09	-	-
Parcelas d. Locais	41	461,46	11,26	$\sigma^2 + 24,93\sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.239	4.297,12	3,47	σ^2
Total	1.290	10.241,67	-	-

Pinus elliottii - altura

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	1.364,80	-	$\sigma^2 + 24,93\sigma_p^2$
Parcelas d. Locais	41	134,64	3,28	σ^2
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.239	938,85	0,76	-
Total	1.290	2.438,29	-	-

Pinus hondurensis - diâmetro

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	3.089,84	-	-
Parcelas d. Locais	41	522,76	12,75	$\sigma^2 + 24,93 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.239	7.714,95	6,23	σ^2
Total	1.290	11.327,55	-	-

Pinus hondurensis - altura

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Locais	10	2.245,87	-	-
Parcelas d. Locais	41	292,89	7,14	$\sigma^2 + 24,93 \sigma_p^2$
Plantas d. Parc. d. Loc.	1.239	2.317,38	1,87	σ^2
Total	1.290	4.856,14	-	-

Dessas análises foram obtidas as seguintes estimativas:

	<i>Pinus elliottii</i>		<i>Pinus hondurensis</i>	
	diâmetro	altura	diâmetro	altura
$\hat{\sigma}^2$	3,47	0,76	6,23	1,87
$\hat{\sigma}_p^2$	0,31	0,10	0,26	0,21
C.V.(%)	21,58	15,99	19,84	14,65

As conclusões obtidas dessas estimativas são as mesmas que para as parcelas com número efetivo de plantas.

5.2.3. Intervalos de confiança

Com as estimativas médias de σ^2 e σ_p^2 foram determinados os valores da semi-amplitude do intervalo de confiança, para 95% de probabilidade, para a média de I parcelas e K plantas por parcela, da maneira já conhecida, e os resultados são apresentados nos Quadros 31 a 34.

■ Os Quadros 31 a 34 verifica-se também que, para um mesmo número de plantas, a precisão é maior quando se aumenta o número de parcelas do que quando se aumenta o número de plantas dentro de cada parcela.

Pode-se concluir que a perda de aproximadamente 30% dos dados das parcelas não alterou os resultados obtidos para as parcelas com número efetivo de plantas, de acordo com BLAKE (1959).

QUADRO 31 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus elliottii* - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 3,47$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,31$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	3,89	2,75	2,24	1,94	1,74	1,23	0,87	0,62	0,50	0,39
2	2,86	2,02	1,65	1,43	1,28	0,90	0,64	0,45	0,37	0,29
3	2,42	1,71	1,40	1,21	1,08	0,77	0,54	0,38	0,31	0,24
4	2,17	1,53	1,25	1,09	0,97	0,69	0,49	0,34	0,28	0,22
5	2,00	1,42	1,16	1,00	0,90	0,63	0,45	0,32	0,26	0,20
10	1,62	1,15	0,94	0,81	0,72	0,51	0,36	0,26	0,21	0,16
20	1,39	0,98	0,80	0,70	0,62	0,44	0,31	0,22	0,18	0,14
40	1,26	0,89	0,73	0,63	0,56	0,40	0,28	0,20	0,16	0,13
60	1,21	0,86	0,70	0,61	0,54	0,38	0,27	0,19	0,16	0,12
100	1,17	0,83	0,68	0,59	0,53	0,37	0,26	0,19	0,15	0,12

QUADRO 32 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus elliottii* - altura ($\hat{\sigma}^2 = 0,76$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,10$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	1,86	1,31	1,07	0,93	0,83	0,59	0,41	0,29	0,24	0,19
2	1,39	0,98	0,80	0,69	0,62	0,44	0,31	0,22	0,18	0,14
3	1,19	0,84	0,69	0,59	0,53	0,38	0,27	0,19	0,15	0,12
4	1,08	0,76	0,62	0,54	0,48	0,34	0,24	0,17	0,14	0,11
5	1,00	0,71	0,58	0,50	0,45	0,32	0,22	0,16	0,13	0,10
10	0,84	0,59	0,48	0,42	0,38	0,27	0,19	0,13	0,11	0,08
20	0,74	0,53	0,43	0,37	0,33	0,24	0,17	0,12	0,10	0,07
40	0,69	0,49	0,40	0,35	0,31	0,22	0,16	0,11	0,09	0,07
60	0,67	0,47	0,39	0,34	0,30	0,21	0,15	0,11	0,09	0,07
100	0,66	0,46	0,38	0,33	0,29	0,21	0,15	0,10	0,08	0,07

QUADRO 33 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus hondurensis* - diâmetro ($\hat{\sigma}^2 = 6,23$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,26$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	5,09	3,60	2,94	2,55	2,28	1,61	1,14	0,81	0,66	0,51
2	3,67	2,60	2,12	1,84	1,64	1,16	0,82	0,58	0,47	0,37
3	3,06	2,16	1,77	1,53	1,37	0,97	0,68	0,48	0,39	0,31
4	2,70	1,91	1,56	1,35	1,21	0,85	0,60	0,43	0,35	0,27
5	2,45	1,74	1,42	1,23	1,10	0,78	0,55	0,39	0,32	0,25
10	1,88	1,33	1,09	0,94	0,84	0,59	0,42	0,30	0,24	0,19
20	1,51	1,07	0,87	0,76	0,68	0,48	0,34	0,24	0,19	0,15
40	1,29	0,91	0,74	0,64	0,58	0,41	0,29	0,20	0,17	0,13
60	1,21	0,85	0,70	0,60	0,54	0,38	0,27	0,19	0,15	0,12
100	1,14	0,80	0,66	0,57	0,51	0,36	0,25	0,18	0,15	0,11

QUADRO 34 - Valores da semi-amplitude do intervalo de confiança (95% de probabilidade) para a média de I parcelas e K plantas por parcela, para *Pinus hondurensis* - altura ($\hat{\sigma}^2 = 1,87$; $\hat{\sigma}_p^2 = 0,21$).

$\begin{matrix} I \\ K \end{matrix}$	1	2	3	4	5	10	20	40	60	100
1	2,88	2,04	1,67	1,44	1,29	0,91	0,66	0,46	0,37	0,29
2	2,14	1,51	1,24	1,07	0,96	0,68	0,48	0,34	0,28	0,21
3	1,83	1,29	1,05	0,91	0,82	0,58	0,41	0,29	0,24	0,18
4	1,65	1,16	0,95	0,82	0,74	0,52	0,37	0,26	0,21	0,17
5	1,53	1,08	0,88	0,76	0,68	0,48	0,35	0,24	0,20	0,15
10	1,26	0,89	0,73	0,63	0,56	0,40	0,28	0,20	0,16	0,13
20	1,10	0,78	0,64	0,55	0,49	0,35	0,25	0,17	0,14	0,11
40	1,01	0,72	0,59	0,51	0,45	0,32	0,23	0,16	0,13	0,10
60	0,98	0,69	0,57	0,49	0,44	0,31	0,22	0,16	0,13	0,10
100	0,96	0,68	0,55	0,48	0,43	0,30	0,21	0,15	0,12	0,10

6. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos pode-se concluir que:

1º) As estimativas de variâncias entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}^2$) foram maiores que as estimativas de variância entre parcelas ($\hat{\sigma}_p^2$), para cada espécie (*Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) e parâmetro (diâmetro e altura);

2º) Devido ao maior desenvolvimento das plantas de *Pinus hondurensis*, as estimativas de variâncias entre plantas dentro de parcelas foram sempre maiores para *Pinus hondurensis* que para *Pinus elliottii*;

3º) Como os coeficientes de variação para diâmetro foram maiores que para altura, para se obter uma mesma precisão nas estimativas, deve-se medir maior número de plantas para diâmetro que para altura;

4º) Na época do primeiro desbaste (ocasião em que foram obtidos os dados), quando as plantas iniciavam a

competição dentro das parcelas, de um modo geral não foi constatada correlação negativa entre plantas de uma mesma parcela;

5º) Para um mesmo número de plantas, é preferível amostrar um número maior de parcelas a aumentar o número de plantas dentro de cada parcela;

6º) A eliminação de aproximadamente trinta por cento das plantas da parcela não alterou os resultados obtidos em relação às parcelas com número efetivo de plantas (onde a maior porcentagem de falhas era de aproximadamente dez por cento).

7. SUMMARY

Components of variance of height and diameter of *Pinus elliottii* Eng. var. *elliotti* and *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* are considered.

Eleven locals owned by Instituto Florestal do Estado de São Paulo are used in the sampling: Moji-Mirim, Pin_{damonhangaba}, Avaré, Manduri, Itararé, Santa Rita do Passa Quatro, Buri, Pederneiras, Itirapina, Paraguaçu-Paulista and Casa Branca.

Data are treated by two methods:

a) Considering the effective number of plants per plot (with no more than 10% of failures);

b) Considering plots with 70% of original plants, approximately.

In each case a) and b), for each species and variable, an Analysis of Variance within locals is done. Furthermore, using hierarchical classification model, a joint analysis is performed. From the latter, estimates of plot and

plant within plot variance and the coefficient of variation ($\hat{\sigma}_p^2$, $\hat{\sigma}^2$ and C.V.) are obtained.

Confidence intervals for the mean from I plots and K plants per plot are estimated from $\hat{\sigma}_p^2$ and $\hat{\sigma}^2$ derived from the joint analysis of variance.

In each local, negative correlation among plants per plot is studied.

The main conclusions are:

1^a) To get comparable estimates, a larger number of plants for diameter is needed compared with height;

2^a) For a fixed total number of plants an increase of the number of plots is preferred to the increase of the number of plants per plot;

3^a) No significant negative correlation is verified during the first cut (when data are obtained);

4^a) Both methods a) and b) showed no significant difference.

B. LITERATURA CITADA

ANDERSON, R.L. e T.A. BANCROFT, 1952. *Statistical Theory in Research*. New York, Mc Graw Hill Book Co. 399 p.

BLAKE, G.M., 1959. A Study to Determine Optimum Plot Size for Progeny Testing of Red Pine. Minneapolis, University of Minnesota. (Tese de Mestrado).

CESAR, M.A.A., E.R. OLIVEIRA, O. VALSECHI e H. CAMPOS, 1974 . Amostragem da Cana-de-Açúcar, no Campo, para Determinações Analíticas (I). *Brasil Açucareiro*. Rio de Janeiro, Vol. LXXXIII (4):28-40.

CHAPMAN, H.H. e W.H. MEYER, 1949. *Forest Mensuration*. New York, Mc Graw Hill Book Co. 522 p.

COCHRAN, W.G. e G.M. COX, 1957. *Experimental Designs*. 2^a ed. New York, John Wiley & Sons, Inc. 611 p.

CONKLE, M.T., 1963. *The Determination of Experimental Plot Size and Shape in Loblolly and Slash Pines*. Raleigh, School of Forestry, 51 p. (Tese de Mestrado).

- EVANS, J.C., J.C. BARBER e A.E. EQUILLACE, 1961. Some Statistical Aspects of Progeny Testing. In: Southern Conference Forest Tree Improvement, 6, Gainesville, 7-8 jun., Proceedings, p. 73-79.
- FERREIRA, C.A., H.A. MELLO e S. KAJIYA, 1976. Estimativa do Volume de Madeira Aproveitável para Celulose em Povoamentos de *Eucalyptus spp*: Estudo da Determinação do Tamanho Ideal de Parcelas. IPEF, Piracicaba, 13:47-66.
- FERREIRA, C.A., H.A. MELLO e S. KAJIYA, 1977. Estimativa do Volume de Madeira Aproveitável para Celulose em Povoamentos de *Eucalyptus spp*: Determinação de Equações para o Cálculo do Volume de Povoamentos de *Eucalyptus spp*. IPEF, Piracicaba, 14:29-50.
- GURGEL FILHO, O.A., 1970. Pesquisa e Experimentação com *Pinus sp* no Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, 7:127-146.
- HUSCH, B., 1963. *Forest Mensuration and Statistics*. New York, The Ronald Press Co. 474 p.
- OLIVEIRA, E.R., O. VALSECHI, M.A.A. CESAR e H. CAMPOS, 1975. A mostragem da Cana-de-Açúcar, no Campo, para Fins Analiticos (II). *Brasil Açucareiro*. Rio de Janeiro, Vol. LXXXV (1):18-23.
- PANSE, V.G. e P.V. SUKHATME, 1963. *Métodos Estadísticos para Investigadores Agrícolas*. 2ª ed. em espanhol. México, Fondo de Cultura Económica, 349 p.
- PIMENTEL GOMES, F., O. VALSECHI, C.P. ABREU e E.R. OLIVEIRA, 1964. A Amostragem da Cana-de-Açúcar para Determinações Tecnológicas. *Anais da E.S.A.L.Q.*, Piracicaba, 20:89-114.

- SNEDECOR, G.W. e W.G. COCHRAN, 1966. *Métodos Estadísticos Aplicados a la Investigación Agrícola y Biológica*. 1^a ed. em espanhol. México, Compañia Editorial Continental S. A. 626 p.
- SPURR, S.H., 1952. *Forestry Inventory*. New York, The Ronald Press Co. 476 p.
- STEEL, R.G.O. e J.H. TORRIE, 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. New York, Mc Graw - Hill Book Co. 481 p.

A P P E N D I C E

APÊNDICE 1 - Resultados das parcelas de *Pinus elliottii* var. *elliottii* para diâmetro, em centímetros, considerando o número efetivo de plantas.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	34 ^a	33	31	30	30
	265 ^b	223	212	236	224
	2201 ^c	1659	1524	1960	1832
Pindamonhangaba	23	23	24	22	-
	217	229	225	230	-
	2171	2407	2245	2492	-
Avaré	25	24	25	24	-
	259	204	277	284	-
	2765	1820	3137	3498	-
Manduri	35	35	35	33	35
	424	413	414	395	435
	5262	4955	5024	4855	5529
Itararé	35	35	35	34	35
	376	383	365	346	339
	4080	4257	3877	3580	3331
Sta. Rita do P. Quatro	56	55	54	55	55
	350	281	257	295	340
	2352	1659	1377	1739	2370
Buri	25	23	25	25	-
	287	249	305	308	-
	3393	2831	3799	3878	-
Pederneiras	30	32	32	31	33
	221	228	242	243	258
	1671	1672	1904	1965	2082
Itirapina	31	33	34	32	32
	230	261	256	264	238
	1798	2149	2002	2290	1868
Paraguaçu-Paulista	28	32	33	34	32
	270	318	305	336	251
	2750	3248	2985	3458	2101
Casa Branca	35	35	34	35	35
	222	240	244	259	248
	1554	1772	1838	1977	1820

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 2 - Resultados das parcelas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, para altura, em metros, considerando o número efetivo de plantas:

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	34 ^a 166,1 ^b 833,49 ^c	33 148,7 702,03	31 138,6 633,76	30 153,5 809,25	30 141,1 690,23
Pindamonhangaba	23 136,3 834,59	23 140,5 870,75	24 141,0 857,50	22 136,5 858,25	- - -
Avaré	25 158,9 1022,49	24 118,8 607,30	25 164,3 1094,23	24 168,1 1194,41	- - -
Manduri	35 263,8 2012,70	35 260,2 1963,12	35 247,0 1773,76	33 244,7 1839,23	35 264,1 2012,47
Itararé	35 223,7 1446,51	35 225,7 1472,11	35 219,6 1390,72	34 212,8 1375,38	35 215,4 1351,78
Sta. Rita do P. Quatro	56 255,5 1198,41	55 218,0 922,52	54 208,2 841,18	55 240,9 1096,05	55 260,5 1288,47
Buri	25 174,4 1236,22	23 154,2 1061,72	25 184,8 1378,28	25 181,1 1322,15	- - -
Pederneiras	30 134,7 618,47	32 136,0 585,42	32 145,0 671,68	31 138,2 625,90	33 148,6 682,12
Itirapina	31 175,7 1013,47	33 199,8 1221,08	34 194,5 1139,03	32 190,7 1152,91	32 182,3 1065,37
Paraguaçu-Paulista	28 139,7 725,95	32 167,6 901,02	33 156,5 772,43	34 176,0 938,70	32 135,8 601,00
Casa Branca	35 144,1 634,39	35 158,2 735,86	34 156,2 749,10	35 175,1 895,75	35 159,4 745,76

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 3 - Resultados das parcelas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, para diâmetro, em centímetros, considerando o número efetivo de plantas.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	35 ^a	33	35	34	32
	433 ^b	416	437	430	406
	5523 ^c	5368	5733	5562	5360
Pindamonhangaba	25	23	25	25	-
	367	329	360	367	-
	5565	4977	5304	5599	-
Avaré	25	25	25	25	-
	321	344	377	355	-
	4225	4854	5799	5169	-
Manduri	35	34	35	35	33
	539	539	549	543	507
	8527	8747	8847	8745	7945
Itararé	35	35	35	35	35
	440	422	408	401	404
	5696	5310	4894	4707	4820
Sta. Rita do P. Quatro	56	56	56	56	56
	558	582	650	660	641
	6026	6360	7910	8418	7819
Buri	25	25	25	25	-
	347	363	370	352	-
	4977	5419	5572	5068	-
Pederneiras	35	34	35	34	34
	413	395	428	389	421
	5005	4775	5330	4675	5421
Itirapina	35	35	30	28	28
	372	400	333	350	348
	4090	4688	3943	4588	4600
Paraguaçu-Paulista	34	35	34	34	34
	407	469	484	446	440
	5017	6441	7040	6170	5860
Casa Branca	35	34	35	35	35
	344	355	363	323	407
	3598	3947	3981	3187	4957

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 4 - Resultados das parcelas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, para altura, em metros, considerando o número efetivo de plantas.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	35 ^a 325,4 ^b 3104,40 ^c	33 312,2 3007,14	35 332,1 3202,31	34 334,4 3330,58	32 310,0 3074,10
Pindamonhangaba	24 260,6 2765,58	23 233,5 2439,75	25 256,5 2670,25	25 246,5 2533,25	- - -
Avaré	25 239,5 2335,05	25 249,0 2524,28	25 269,8 2973,54	25 273,4 3073,02	- - -
Manduri	35 426,3 5240,47	34 441,5 5759,85	35 421,8 5129,38	35 410,8 4885,56	33 373,0 4316,38
Itararé	35 253,8 1869,16	35 237,6 1644,52	35 240,8 1674,27	35 250,2 1829,28	35 249,8 1808,84
Sta. Rita do P. Quatro	56 418,6 3250,60	56 507,5 4720,81	56 444,5 3662,31	56 481,2 4310,84	56 514,3 4881,71
Buri	25 232,5 2204,77	25 258,3 2708,65	25 257,6 2677,46	25 251,6 2552,54	- - -
Pederneiras	35 318,0 2940,62	34 292,3 2562,73	35 313,2 2837,86	34 300,2 2698,28	34 297,0 2686,20
Itirapina	35 328,8 3117,84	35 329,7 3135,27	30 282,3 2713,07	28 263,0 2510,54	28 267,2 2588,10
Paraguaçu-Paulista	34 343,2 3504,32	35 362,2 3802,42	34 367,3 4021,61	34 321,7 3182,29	34 354,2 3755,28
Casa Branca	35 263,1 2044,61	34 282,9 2437,45	35 280,6 2321,32	35 258,2 1970,26	35 341,2 3387,26

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 5 - Resultados das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, para diâmetro, em centímetros.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	25 ^a	25	25	25	25
	205 ^b	172	174	191	184
	1787 ^c	1316	1270	1547	1510
Pindamonhangaba	18	18	18	18	-
	367	181	167	187	-
	1647	1935	1665	2007	-
Avaré	18	18	18	18	-
	187	156	202	218	-
	2007	1410	2330	2764	-
Manduri	25	25	25	25	25
	306	294	286	294	318
	3816	3522	3370	3556	4124
Itararé	25	25	25	25	25
	271	276	260	257	234
	2973	3096	2750	2693	2210
Sta. Rita do P. Quatro	40	40	40	40	40
	253	198	197	219	256
	1731	1114	1081	1315	1824
Buri	18	18	18	18	-
	214	193	220	216	-
	2592	2173	2758	2648	-
Pederneiras	25	25	25	25	25
	181	180	183	197	194
	1349	1336	1393	1601	1564
Itirapina	25	25	25	25	25
	189	199	186	213	180
	1503	1655	1452	1913	1372
Paraguaçu-Paulista	25	25	25	25	25
	249	252	230	249	199
	2565	2618	2244	2593	1693
Casa Branca	25	25	25	25	25
	165	180	182	182	179
	1185	1380	1394	1376	1331

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 6 - Resultados das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, para altura, em metros.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	25 ^a	25	25	25	25
	124,0 ^b	112,9	112,6	126,9	114,6
	634,14 ^c	537,11	517,12	666,21	548,62
Pindamonhangaba	18	18	18	18	-
	107,0	109,5	103,5	111,5	-
	657,50	677,25	620,75	701,75	-
Avaré	18	18	18	18	-
	116,1	87,7	122,5	124,1	-
	758,07	441,79	842,89	868,63	-
Manduri	25	25	25	25	25
	191,7	183,0	172,2	181,5	192,1
	1483,97	1360,68	1202,26	1336,49	1488,09
Itararé	25	25	25	25	25
	160,1	161,0	155,8	155,6	153,0
	1039,31	1047,46	978,34	1003,30	959,52
Sta. Rita do P. Quatro	40	40	40	40	40
	185,5	153,9	159,0	177,5	193,3
	881,51	623,35	661,66	822,19	975,97
Buri	18	18	18	18	-
	127,1	119,0	131,7	128,4	-
	908,97	809,32	973,59	924,70	-
Pederneiras	25	25	25	25	25
	112,0	106,7	110,6	111,5	113,8
	514,72	461,51	500,80	506,69	528,68
Itirapina	25	25	25	25	25
	143,0	150,3	143,2	149,3	138,7
	832,06	911,25	841,76	905,55	792,01
Paraguaçu-Paulista	25	25	25	25	25
	126,8	131,6	118,6	130,4	106,0
	662,54	714,80	584,56	704,36	467,16
Casa Branca	25	25	25	25	25
	105,5	117,5	115,0	125,8	115,5
	475,97	567,41	556,64	650,58	545,37

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 7 - Resultados das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, para diâmetro, em centímetros.

Local	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	25 ^a	25	25	25	25
	311 ^b	321	311	322	319
	3961 ^c	4199	4055	4246	4247
Pindamonhangaba	18	18	18	18	-
	266	250	259	263	-
	4088	3664	3833	3967	-
Avaré	18	18	18	18	-
	237	253	278	258	-
	3197	3633	4364	3802	-
Manduri	25	25	25	25	25
	375	405	395	393	375
	5775	6729	6419	6389	5745
Itararé	25	25	25	25	25
	323	296	296	291	293
	4303	3692	3590	3483	3571
Sta. Rita do P. Quatro	40	40	40	40	40
	400	410	467	474	467
	4296	4430	5713	6020	5783
Buri	18	18	18	18	-
	249	264	259	249	-
	3597	4005	3771	3537	-
Pederneiras	25	25	25	25	25
	295	291	307	290	312
	3569	3495	3845	3452	4032
Itirapina	25	25	25	25	25
	266	279	283	322	314
	2926	3201	3441	4286	4210
Paraguaçu-Paulista	25	25	25	25	25
	309	341	363	338	333
	3941	4757	5393	4790	4541
Casa Branca	25	25	25	25	25
	242	259	263	230	297
	2430	2851	2973	2244	3715

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos quadrados individuais da parcela.

APÊNDICE 8 - Resultados das parcelas com aproximadamente 70% das plantas originais, de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, para altura, em metros.

Locais	Parcela				
	1	2	3	4	5
Moji-Mirim	25 ^a	25	25	25	25
	229,3 ^b	239,1	237,1	245,6	242,9
	2169,45 ^c	2327,55	2281,13	2442,96	2417,99
Pindamonhangaba	18	18	18	18	-
	192,3	184,0	186,0	171,0	-
	2077,19	1916,00	1941,00	1687,00	-
Avaré	18	18	18	18	-
	177,3	178,7	196,5	195,7	-
	1767,73	1804,19	2193,75	2197,03	-
Manduri	25	25	25	25	25
	301,5	323,0	299,8	296,4	282,9
	3665,75	4190,54	3629,84	3566,68	3294,95
Itararé	25	25	25	25	25
	182,4	169,5	170,1	176,8	178,7
	1348,68	1175,87	1168,27	1279,58	1300,05
Sta. Rita do P. Quatro	40	40	40	40	40
	295,9	369,2	318,5	341,4	366,8
	2264,09	3513,72	2619,99	3029,00	3477,54
Buri	18	18	18	18	-
	164,9	188,4	185,8	185,3	-
	1549,71	1990,82	1939,74	1922,51	-
Pederneiras	25	25	25	25	25
	221,7	213,3	220,2	221,0	219,8
	2005,33	1853,27	1966,00	1992,90	1997,26
Itirapina	25	25	25	25	25
	230,8	236,0	235,7	236,3	241,2
	2154,74	2252,94	2274,15	2260,85	2361,76
Paraguaçu-Paulista	25	25	25	25	25
	258,2	259,3	271,6	244,8	264,9
	2699,80	2728,37	2993,52	2484,84	2839,55
Casa Branca	25	25	25	25	25
	190,1	204,6	202,5	186,6	242,2
	1480,01	1733,46	1706,51	1438,68	2395,98

a = número de plantas por parcela.

b = total da parcela.

c = soma dos Quadrados individuais da parcela.