

SUELI AMÁLIA DE ANDRADE PINTO

INFLUÊNCIA DA DIOICIA NO DIÂMETRO E NA ALTURA DE Araucaria  
angustifolia (Bert.) O. Ktze. E SUAS IMPLICAÇÕES NA FORMA  
ÇÃO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES NA REGIÃO DE QUEDAS DO  
IGUAÇU - ESTADO DO PARANÁ.

Dissertação de Mestrado apresenta  
da ao Departamento de Silvicultura  
e Manejo do Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia Florestal do Setor  
de Ciências Agrárias da Universida  
de Federal do Paraná.

CURITIBA - PR



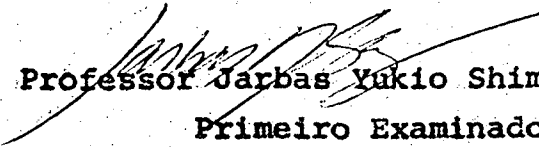
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

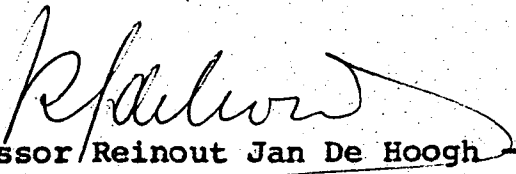
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

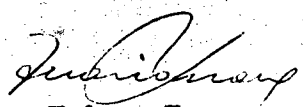
P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata SUELI AMÁLIA DE ANDRADE PINTO, sob o título "INFLUÊNCIA DA DIOICIA NO DIÂMETRO E NA ALTURA DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze E SUAS IMPLICAÇÕES NA FORMAÇÃO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES NA REGIÃO DE QUEDAS DO IGUAÇU - ESTADO DO PARANÁ", para obtenção do grau de Mestre em Ciências - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração: SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, e realizada a atribuição de conceitos, são de parecer pela "APROVAÇÃO COM MÉRITO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o Grau e o Diploma de Mestre.

Curitiba, 09 de fevereiro de 1979.

  
Professor Jarbas Yukio Shimizu - M.Sc  
Primeiro Examinador

  
Professor Reinout Jan De Hoogh - M.Sc  
Segundo Examinador

  
Professor Mario Takao Inoue - Ph.D  
Presidente



SUELI AMÁLIA DE ANDRADE PINTO

INFLUÊNCIA DA DIÛICIA NO DIÂMETRO E NA ALTURA DE Araucaria  
angustifolia (Bert.) O. Ktze. E SUAS IMPLICAÇÕES NA FORMA  
ÇÃO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES NA REGIÃO DE QUEDAS  
DO IGUAÇÚ - ESTADO DO PARANÁ.

DISSERTAÇÃO

submetida à consideração da Comissão Examinadora, como re  
quisito parcial para a obtenção do título de

Mestre em Ciências - M. Sc.

no

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL DO SETOR DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.

APROVADA:

\_\_\_\_\_ (Presidente)

\_\_\_\_\_ (Examinador)

\_\_\_\_\_ (Examinador)

CURITIBA-PR

1979

A minha mãe, MARIA JOSÉ, cujo apoio, incentivo e incansável ajuda permitiram-me a conclusão desta tese.

A meu pai , PLÍNIO, in memoriam.

A meu esposo, MARCO ANTONIO, companheiro dedicado de todas as horas, que, com muito amor, não mediu esforços para que eu chegasse até o fim.

A minha filha, FLÁVIA CRISTINA, querida e tão amada.

A meus irmãos, FLÁVIO, VÂNIA e MARIA CRISTINA, verdadeiros amigos.

DEDICO

OBRIGADA, MEU DEUS, POR TER-ME FEITO CAPAZ.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Reinout De Hoogh, pela orientação dada a este trabalho.

Aos professores Dr. Arno Brune e Aracely Vidal Gomes, pelas valiosas sugestões apresentadas.

Ao professor Niro Higuchi, pela orientação e correção dadas nas análises estatísticas apresentadas.

Ao engenheiro florestal Kazuo Wakasugi, diretor da firma Giacomet-Marodin Indústria de Madeiras S/A, que cedeu o local necessário para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Reverendo Elben M. L. César, conselheiro e amigo dedicado, pela cooperação prestada quando de nossa vinda para esta escola.

Aos professores Iêda e Américo Silveira, pelo apoio amigo e pelo incentivo quando ainda no curso de graduação.

Ao professor José Geraldo Carneiro e sua esposa, Iracema, pela amizade e ajuda durante todo o curso.

A Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, pelo afastamento concedido para a realização do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na área de concentração de Silvicultura, na Universidade Federal do Paraná.

A CAPES através do PICD - Plano de Institucionalização e Capacitação de Docentes - pelo auxílio financeiro durante o curso.

A Sônia Pereira, pelo auxílio na confecção de listagem da bibliografia consultada.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

NOME: Sueli Amália de Andrade Pinto

DATA DE NASCIMENTO: 21/7/1951

NATURALIDADE: Viçosa, MG

A autora fez os cursos primário e secundário em sua cidade natal, onde também se formou em inglês pelo Instituto Cultural Brasil-Estados Unidos. Diplomou-se normalista em Barbacena-MG, em 1969. Em 1970, desempenhou a função de professora primária e de inglês, nível secundário, em Viçosa e Vazante-MG, respectivamente.

Em 1971, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Escola de Floresta da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em dezembro/1974.

Em janeiro de 1975, foi contratada como Auxiliar de Ensino do Curso de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, exercendo esse cargo até o presente momento.

Em março de 1975, iniciou seus estudos no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na Área de Concentração de Silvicultura - Opção Melhoramento Florestal - da Universidade Federal do Paraná, onde concluiu os trabalhos em que se baseia esta dissertação.

Em maio de 1978, foi admitida como sócia da Sociedade Brasileira de Silvicultura.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS CONTIDOS NO TEXTO .....	ix
LISTA DE FIGURAS CONTIDAS NO TEXTO .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Dioiccia em árvores .....	3
2.1.1. Aspecto geral .....	3
2.1.2. <u>Araucaria angustifolia</u> .....	4
2.2. Algumas características botânico-tecnológicas associadas ao sexo em espécies dióicas .....	5
2.2.1. Características morfológicas .....	5
2.2.2. Características fisiológicas .....	6
2.2.3. Características fenológicas .....	7
2.2.4. Características cromossômicas .....	8
2.2.5. Propriedades físicas da madeira .....	8
2.3. Observações a respeito da proporção de plantas masculinas e femininas em espécies dióicas.....	9
2.3.1. Observações gerais .....	9
2.3.2. Relação entre proporção do sexo e do sítio .....	10
2.3.3. Relação entre proporção do sexo e índice de mortalidade .....	11
2.3.4. Relação entre proporção do sexo e época de floração .....	11
2.3.5. Proporção do sexo em <u>Araucaria angustifolia</u> .....	12
2.4. Relação entre o sexo e o crescimento, em DAP e em altura .....	12
2.5. Formulação de hipóteses e possíveis consequências do desbaste em áreas de produção de sementes .....	14

3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
3.1. Local do estudo .....	16
3.1.1. Situação geográfica, clima e solo .....	16
3.1.2. História do talhão .....	16
3.2. Metodologia .....	17
3.2.1. Identificação dos sexos das árvores.....	17
3.2.2. Marcação das parcelas .....	18
3.2.3. Medições e contagem .....	18
3.2.3.1. Diâmetro e altura .....	18
3.2.3.2. Número de árvores .....	20
3.2.3.3. Incremento diamétrico dos últimos três anos .....	20
3.3. Análises estatísticas aplicadas .....	22
3.3.1. Análise para testar a influência do sexo no diâmetro, na altura e no incremento diamétrico .....	22
3.3.1.1. Teste "t" para parcelas não emparelhadas .....	22
3.3.1.2. Teste "t" para parcelas emparelhadas .....	23
3.3.2. Análise para testar a igualdade de proporção dos sexos .....	24
3.3.3. Grau de precisão dos testes estatísticos .....	24
4. RESULTADOS .....	25
4.1. Influência do sexo no DAP, na altura e no incremento diamétrico dos últimos dois e três anos..	26
4.1.1. Teste "t" para parcelas não emparelhadas .....	27
4.1.2. Teste "t" para parcelas emparelhadas.....	27
4.2. Proporção dos sexos .....	27
5. DISCUSSÃO .....	30
5.1. Diâmetro (DAP), altura e incrementos diamétricos das árvores amostradas no talhão estudado .....	30
5.2. Proporção dos sexos .....	31



6.	CONCLUSÕES .....	33
7.	RESUMO .....	34
8.	SUMMARY .....	36
9.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	37
10.	APÊNDICE .....	41
	Quadro 1: Avaliações de diâmetro (DAP) e altura em função do sexo, considerando os respectivos pares de árvores, num plantio de <u>A. angustifolia</u> de 26 anos, em Quedas do Iguaçu, PR.....	42
	Quadro 2: Incrementos diamétricos, em mm, em função do sexo, num plantio de <u>A. angustifolia</u> de 26 anos de idade, em Quedas do Iguaçu, PR.....	48
	Quadro 3: Teste de Bartlett para a variável diâmetro (DAP) para parcelas não emparelhadas .....	54
	Quadro 4: Teste de Bartlett para a variável altura para parcelas não emparelhadas .....	54
	Quadro 5: Teste de Bartlett para a variável diâmetro (DAP) para parcelas emparelhadas .....	55
	Quadro 6: Teste de Bartlett para a variável altura para parcelas emparelhadas .....	55
	Quadro 7: Teste de Bartlett para o incremento diamétrico dos últimos dois anos para parcelas emparelhadas .....	56
	Quadro 8: Teste de Bartlett para o incremento diamétrico dos últimos três anos para parcelas emparelhadas .....	56
	Quadro 9: Análise de variância desdobrada ("broken down") para o DAP para parcelas emparelhadas .....	57
	Figura 1: Polígono de frequência das classes diamétricas das árvores masculinas .....	58
	Figura 2: Polígono de frequência das classes diamétricas das árvores femininas .....	59
	Figura 3: Polígono de frequência das classes de altura para as árvores masculinas .....	60
	Figura 4: Polígono de frequência das classes de altura das árvores femininas .....	61

LISTA DE QUADROS CONTIDOS NO TEXTO

	Página
Quadro 1: Médias do DAP, da altura e do incremento diamétrico dos últimos dois e três anos, em função do sexo em um plantio de <u>A. angustifolia</u> de 26 anos de idade, em <u>Quedas do Iguaçu</u> - PR.....	25
Quadro 2: Teste "t" para parcelas não emparelhadas, para o diâmetro (DAP) e altura.....	26
Quadro 3: Teste "t" para parcelas emparelhadas, para o DAP, a altura e os incrementos diamétricos dos últimos dois e três anos...	27
Quadro 4: Número de árvores, identificadas pelo sexo e não identificadas, contidas nas parcelas do experimento desenvolvido em um plantio de <u>A. angustifolia</u> de 26 anos, em <u>Quedas do Iguaçu-PR</u> .....	28
Quadro 5: Teste de qui-quadrado para a proporção dos sexos de <u>A. angustifolia</u> .....	29

LISTA DE FIGURAS CONTIDAS NO TEXTO

	Página
Figura 1: Estróbilo (pinha) de <u>Araucaria angustifolia</u> .....	04
Figura 2: Amentilho (amento) de <u>Araucaria angustifolia</u> .....	04
Figura 3: Esquema experimental de campo no talhão de <u>A. angustifolia</u> estudado.....	19
Figura 4: Retirada das amostras de incremento <u>di</u> <u>métrico</u> pelo método Osmani.....	21
Figura 5: Posição dos anéis de crescimento <u>analisa</u> <u>dos</u> .....	21

## 1. INTRODUÇÃO

O Pinheiro brasileiro - Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. - é, atualmente, a única conífera nativa do Brasil de grande valor econômico e com viabilidade para ser aplicada no reflorestamento em grande escala (KISSIN<sup>27</sup>; SIMÕES & COUTO<sup>50</sup>). É amplamente usada pelas indústrias de papel, de móveis e de construção civil, especialmente no sul do País, tendo as mais diversas aplicações desde celulose até lâminas e compensados. Essa espécie reveste-se ainda de maior importância ao se considerar o mercado externo, por representar uma fonte de divisas para o Brasil, com a exportação de sua madeira em forma de tábuas serradas a qual, no ano de 1977, atingiu a casa dos 387.246.887 cruzeiros (o que equivale a 37.455.109 dólares FOB) (Boletim CACEX<sup>6</sup>).

Por ser uma espécie intensivamente utilizada, as reservas naturais de A. angustifolia têm sido devastadas em um ritmo bastante acelerado. Baseado no aumento demográfico e de consumo, prevê-se que o Brasil, no final deste século, terá duzentos milhões de habitantes e que o consumo de madeiras de coníferas será da ordem de 35 milhões de metros cúbicos anuais (GOLFARI<sup>19</sup>). Para suprir essa demanda do mercado consumidor, o uso dessa espécie nos programas de reflorestamento é altamente justificável. No entanto, a baixa produção de sementes, a escassez do seu estoque, devido à dificuldade de armazenamento (DEICHMANN<sup>12</sup>), e seu elevado preço têm constituído um problema para as companhias reflorestadoras, gerando um interesse cada vez maior na formação de áreas de produção de sementes, utilizando-se povoamentos naturais ou plantados.

Porém, sua condição de espécie dióica dificulta os trabalhos de implantação dessas áreas, no que se refere à prática do desbaste. Isto porque os desbastes, nessas áreas, são, geralmente, mais fortes que num regime normal, pois têm o propósito de estimular a floração das árvores pela diminuição da concorrência e pelo aumento do espaçamento, o que permitiria maior entrada de luz (PITCHER<sup>42</sup>). Por essa razão, os desbastes devem ser conduzidos na fase juvenil do povoamento, antes da época do aparecimento dos órgãos reprodutivos. Nessa fase, ainda não se conhece o sexo das árvores, já

que até o momento a identificação do sexo de A. angustifolia é efetuado baseando-se exclusivamente na visualização dos seus órgãos florais. Neste ponto é que surge o problema dos desbastes. O desbaste aplicado em áreas de produção de sementes é seletivo, eliminando as árvores suprimidas (de menores alturas) e de menores diâmetros do povoamento; considerando a hipótese de que as árvores femininas tenham menores diâmetros e alturas que as masculinas, a prática do desbaste poderia remover maior número de árvores femininas. Resultaria, então, uma menor proporção de árvores femininas no povoamento, o que é uma situação contrária à desejada para a produção de sementes. Uma hipótese alternativa é que as árvores masculinas tenham menores diâmetros e alturas, o que resultaria numa menor proporção de árvores masculinas após o desbaste. Essa possibilidade não traria consequências negativas para a produção de sementes, desde que o número de árvores polinizadoras remanescentes no povoamento seja suficiente.

A questão do efeito do desbaste em áreas de produção de sementes de Araucaria foi levantada pela firma "Giacomet - Marondin Indústria de Madeiras S.A.", de Quedas do Iguaçu - PR, que enfrentava dificuldade na escolha da metodologia dos desbastes que deveriam ser aplicados em um talhão de A. angustifolia, de 26 anos de idade, destinado a área de produção de sementes. Um primeiro desbaste foi aplicado quando o talhão apresentava 23 anos. O problema consistia em como proceder ao segundo desbaste, pois havia receio de prejudicar a área como produtora de sementes, pelos aspectos já discutidos anteriormente.

Foi esse problema da prática florestal que levou à execução da presente pesquisa, que tem como objetivos:

- . Determinar se há influência do sexo no crescimento em diâmetro (DAP) e em altura de árvores de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze).
- . Testar a igualdade de proporção dos sexos em um plantio destinado a área de produção de sementes, após sofrer desbaste.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Dioiccia em árvores

#### 2.1.1. Aspecto geral

O termo "dióico" refere-se às plantas que produzem flores masculinas e femininas em indivíduos separados, sendo uma condição rara nas angiospermas e mais comum nas gymnospermas (GRANT<sup>21</sup>). Entre as espécies florestais, incluindo as frutíferas, que apresentam essa particularidade citam-se:

- Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze., Pinheiro Brasileiro (Araucariaceae)
- Araucaria araucana Koch (Araucariaceae)
- Ginkgo biloba L. (Ginkgoaceae)
- Juniperus communis L. (Cupressaceae)
- Juniperus sabina L. (Cupressaceae)
- Fraxinus americana L. (Oleaceae)
- Chlorophora excelsa (Welw.) Berth e Hook (Moraceae)
- Trichilia monadelpha De Wilde (Meliaceae)
- Ficus morus L., amora (Moraceae)
- Ficus carica L., figo (Moraceae)
- Diospyros melanoxylon Roxb., caqui (Ebenaceae)
- Phoenix dactylifera L., tâmara (Palmaceae)
- Carica papaya L., mamão (Caricaceae)
- Pistacia vera L., pistacho (Anacardiaceae)
- Espécies pertencentes ao gênero Populus, choupo (Salicaceae)
- Espécies pertencentes ao gênero Salix, chorão (Salicaceae)
- Espécies pertencentes ao gênero Podocarpus (Podocarpaceae)

(ALLARD<sup>1</sup>; FERNALD<sup>16</sup>; GRANT<sup>21</sup>; HUNT<sup>23</sup>; LAWTON<sup>32</sup>; LLOYD & WEBB<sup>34</sup>; NOVACK<sup>40</sup>).

#### 2.1.2. Araucaria angustifolia

As árvores femininas do Pinheiro Brasileiro são reconhecidas pela presença dos estróbilos (pinha, Fig. 1) e as masculinas pelos amentilhos (amentilho, Fig. 2), quando estão em fase de floração e frutificação (BANDEL & GUR

GEL<sup>3</sup>; HERTEL<sup>22</sup>; MARTINO<sup>36</sup>; REITZ & KLEIN<sup>47</sup>). O sexo dessas árvores somente pode ser identificado através da visualização dessas inflorescências, já que até agora não se conhece nenhuma outra característica determinante que sirva para a diferenciação dos sexos (BANDEL & GURGEL<sup>3</sup>).

Embora a espécie seja dióica, já se constataram casos de indivíduos monóicos (BANDEL & GURGEL<sup>3</sup>; MARTINO<sup>36</sup>; MATTOS<sup>37</sup>; REITZ & KLEIN<sup>47</sup>). REITZ & KLEIN<sup>47</sup> consideram que talvez essa anomalia se deva ao ataque do fungo Uleiela paradoxa Schroete ou a algum trauma, podendo manifestar-se de diferentes formas:

- árvores produzindo flores masculinas e femininas todos os anos;
- árvores produzindo somente flores masculinas em alguns anos e flores masculinas e femininas, conjuntamente, em outros;
- árvores masculinas que, a partir de uma determinada época, passaram a produzir somente flores femininas.

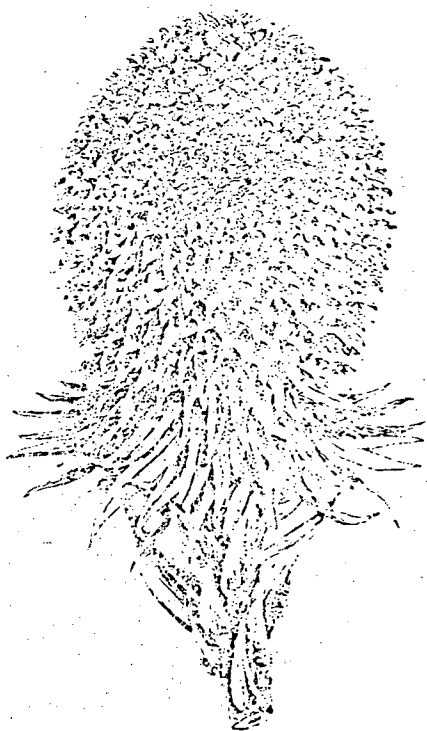


Figura 1. Estróbilo (pinha)  
de Araucaria angustifolia.

Fonte: JOLY<sup>26</sup>

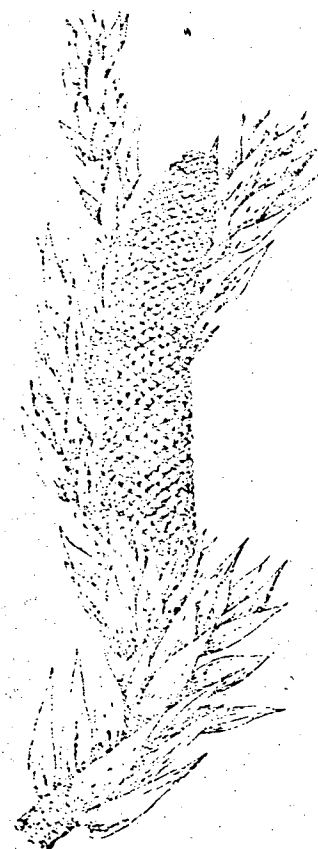


Figura 2. Amentilho (amento)  
de Araucaria angustifolia.

Fonte: JOLY<sup>26</sup>

A floração de A. angustifolia ocorre nos meses de abril e junho, a fecundação, nos meses de setembro e outubro; a produção de sementes, em abril e maio (SHYMOIA<sup>49</sup>). O período entre a polinização e a frutificação (produção de pinhões) é de dois anos e oito meses (KOSCINKI<sup>30</sup>; SHYMOIA<sup>49</sup>). As árvores começam a frutificar a partir dos 15-20 anos de idade (BANDEL & GURGEL<sup>3</sup>).

## 2.2. Algumas características botânico-tecnológicas associadas ao sexo em espécies dióicas

### 2.2.1. Características morfológicas

Pesquisas preliminares feitas com Chlorophora excelsa indicaram que talvez haja uma correlação entre o sexo e a forma da copa das árvores (LAWTON<sup>32</sup>). Também foi observado que as árvores femininas têm copas mais largas que as masculinas, em Ginkgo biloba (GRIER\* citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>) e Juniperus communis (PAULEY<sup>41</sup>).

Em Ficus morus, após a floração, as árvores femininas produzem folhas menores do que as masculinas (COULTER et al. \* citados por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Em Silene alba (Miller) Krause e S. dióica, (L.) Clairv., as plantas femininas têm folhas mais largas e compridas do que as das masculinas (NIGTEVECHT<sup>39</sup>), o mesmo ocorrendo com as de Mercurialis perennis L. (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

\* GRIER, N.M. 1917 Sexual dimorphism and variation in Ginkgo biloba. Torreyana 17:225.

\* COULTER, J.M.; BARNES, C.R.; COWLES, H.C. 1911. A textbook of botany. American Book Co., New York. 2 vols. 964p.



Em Populus sp., já é possível determinar o sexo das árvores através da coloração de suas folhas. (BUGALA<sup>8</sup>) e em Populus tremula L. o comprimento dos pecíolos das folhas foi de 20 a 28% maior nas árvores masculinas (IL'IN<sup>25</sup>).

No entanto, em Populus tremuloides Michx., o ângulo de inserção dos galhos não diferiu significativamente entre os sexos (EINSPHR<sup>13</sup>), e nenhuma relação foi encontrada entre o sexo e a forma do tronco e o tipo de ramificação de Populus deltoides Marsh (FARMER<sup>14</sup>).

Em se tratando de A. angustifolia, estudos feitos nesse sentido prendem-se somente às observações visuais sobre a morfologia da árvore, como inclinação dos galhos da copa, rotação dos galhos, sentido de rotação da inserção das acículas nos galhos, número de acículas e de ramos por galho, não se encontrando nenhuma relação entre essas características morfológicas e o sexo das árvores (BANDEL & GURGEL<sup>3</sup>).

#### 2.2.2. Características fisiológicas

Constatou-se que a atividade da peroxidase nas folhas de árvores femininas de Populus tremula foi de 1,4 a 4,2 vezes mais intensa do que nas árvores masculinas e que a oxidação de suas enzimas, especialmente a polifenoloxidase, foi maior nas madeiras de alburno de árvores femininas, quando comparadas às masculinas (KOCANVSHIJ<sup>28</sup>). Já a taxa de fotossíntese nas árvores masculinas dessa mesma espécie foi 15 a 20% maior que nas árvores femininas (FEDOROV<sup>15</sup>).

Em Silene alba, as plantas masculinas têm mais antocianina nos caules que as femininas (NIGTEVECHT<sup>39</sup>).

HESLOP-HARRISON\*, citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup> e SALISBURY & ROSS<sup>48</sup>,

\* HESLOP-HARRISON, J. 1957. The experimental modification of sex expression in flowering plants. Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc. 32:38-90.

postulam que o sexo de populações de angiospermas dióicas seja determinado a través do balanço de auxina-giberelina durante a diferenciação do botão floral: uma tendência de formas femininas ocorre quando há um alto conteúdo de auxina e uma tendência de formas masculinas ocorre com um alto conteúdo de giberelina.

Com relação a A. angustifolia, nenhuma pesquisa foi feita para saber se há influência do sexo nas características fisiológicas das plantas, quer em fase de viveiro, quer em árvores adultas.

### 2.2.3. Características fenológicas

Várias pesquisas têm demonstrado que, geralmente, as plantas masculinas produzem maior número de inflorescências que as femininas. Em Populus tremuloides, as árvores com pouca floração são sempre femininas (EINSPAHR<sup>13</sup>). BAWA & OPLER<sup>5</sup>, em estudos realizados com várias espécies dióicas, em Costa Rica, encontraram maior número de inflorescências em plantas do sexo masculino. Em Rumex acetosa L., quando as plantas apresentam baixo peso seco, o número de inflorescências é quase igual entre os sexos. Assim que aumenta o peso seco, o número de inflorescências produzidas pelas plantas masculinas aumenta mais rapidamente o que o número produzido pelas femininas (PUTWAIN & HARPER<sup>44</sup>). Resultado similar também foi observado em plantas de Myrica gale L.: numa sub-população em que o peso seco das plantas foi baixo, o número médio de inflorescências por caule foi quase idêntico entre os sexos. Já numa sub-população contígua onde o peso seco das plantas foi elevado, as plantas masculinas produziram maior número de inflorescências (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Nada se conhece ainda a respeito das diferenças fenológicas entre os sexos de A. angustifolia, com respeito ao número de inflorescências e à época de floração.

#### 2.2.4. Características cromossômicas

Estudos citológicos também têm sido feitos para descobrir diferenças nas características cromossômicas de árvores masculinas e femininas em espécies dioicas (MITTWUCH<sup>8</sup>).

Em Ginkgo biloba, análises de material reprodutivo, a nível cromossômico, mostraram que árvores masculinas e femininas têm o mesmo número cromossômico ( $2n = 24$ ) (POLLOCK<sup>43</sup>; LEE<sup>33</sup>), com quase idêntica morfologia, diferindo somente no complemento somático (LEE<sup>33</sup>). Em Rumex, subgênero Acetona, e em Silene alba, os cromossomos de plantas masculinas e femininas são perfeitamente diferenciados (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Já nas espécies de Populus e de Fragaria não foram descobertas diferenças cromossômicas entre os sexos (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Há evidências de que, em algumas espécies dioicas, a produção de flores, assim como a época do início da floração, está associada com as diferenças cromossômicas entre os sexos (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Sobre A. angustifolia, nada se conhece nesse sentido até o momento.

#### 2.2.5. Propriedades físicas da madeira

Entre as propriedades físicas da madeira, a densidade é considerada uma das mais importantes, porque é usada como referência na determinação da qualidade da madeira (KOLLMANN<sup>29</sup>). Também a umidade se constitui em valioso índice, pois dela depende grande parte das propriedades de resistência da madeira (KOLLMANN<sup>29</sup>). Devido a isto, algumas pesquisas foram desenvolvidas para testar a possível variabilidade dessas propriedades físicas entre as madeiras de árvores femininas e masculinas, visando a determinar se há diferenças entre os sexos.

Em Populus tremula, os valores da densidade e do teor de umidade de amostras de madeira de árvores masculinas foram, respectivamente, 9% e entre 9% e 10% mais altos que em árvores femininas (RANGELOV<sup>45</sup>).

Com A. angustifolia, os testes de densidade da madeira ao nível de DAP, no sentido medula-casca, não apresentaram diferenças significativas entre as amostras de árvores masculinas e femininas (AMARAL et al.<sup>2</sup>; BANZATO et al.<sup>4</sup>).

### 2.3. Observações a respeito da proporção de plantas masculinas e femininas em espécies dióicas

#### 2.3.1. Observações gerais

As pesquisas sobre proporção do sexo em espécies dióicas revelam que a proporção teórica esperada, de 1:1, nem sempre se verifica (GRANT<sup>21</sup>). Enquanto algumas pesquisas confirmam tal proporção (EINSPAHR<sup>13</sup>; HUNT<sup>23</sup>; LARSEN<sup>31</sup>; LLOYD & WEBB<sup>34</sup>), outras mostram que pode ocorrer um desequilíbrio na mesma (CAREV<sup>9</sup>; GRAMUGLIO<sup>20</sup>; GRANT<sup>21</sup>; LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Em povoamentos naturais de Fraxinus americana e de Populus tremuloides, a proporção do sexo não diferiu significativamente de 1:1, tanto em populações naturais como nos cruzamentos controlados (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>). Em algumas espécies nativas de Nova Zelândia como Plagianthus betulinus A. Cunn. e P. divaricatus Sorts (Malvaceae), Coprosma australis Forst. (Rubiaceae) e Dacrydium cupressinum Lamb. (Podocarpaceae), verificou-se que a proporção de plantas masculinas para as femininas também foi de 1:1 (GRANT<sup>21</sup>).

Já CAREV<sup>9</sup> e GRAMUGLIO<sup>20</sup>, estudando a proporção do sexo em povoamentos naturais de Populus tremula, encontraram uma relação de 1:4,5 e 1:2,5 entre árvores femininas e masculinas, respectivamente. Também em Petasites japonicus (Sieb. e Zucc.) Maxim. plantas coletadas de populações selvagens mostraram uma significativa preponderância de indivíduos masculinos, de acordo com IMAZU e FUJISHITA\*, citados por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>, o mesmo ocorrendo com Silene otites (L) Wibel (GRANT<sup>21</sup>).

\* IMAZU e FUJISHITA. 1961. Morphological, ecological and cytological studies on cultivated and wild butterburs, Petasites japonicus. Japan Soc. Hort. Sci. J. 30:291 - 298.

Em contraste, uma maior proporção de plantas femininas sobre as masculinas foram encontradas em Melandrium albu L., Cannabis sativa L., Humulus japonicus L., H. lupulosus L., Rumex acetosa, R. thyrsiflorus Fing. e Silene alba (GRANT<sup>21</sup>; LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

### 2.3.2. Relação entre proporção do sexo e o sítio

Poucas pesquisas têm sido feitas com relação ao efeito do sítio sobre a proporção de árvores masculinas e femininas nas espécies dióicas. Contudo, há evidências de que pode haver uma preponderância de um sexo sobre o outro, de acordo com o sítio. DARWIN\*, citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>, notou que épocas secas favorecem a presença de formas femininas de Thymus serpyllum L. DOMMÉE\*, citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>, estudando a espécie Thymus vulgaris L., observou uma relação entre a distribuição do sexo e o meio ambiente: em condições de solo pobre, rochoso, com vegetação rasteira, há uma maior preponderância de indivíduos masculinos sobre os femininos. Em Mercurialis perennis, os indivíduos femininos ocorrem com maior frequência sob baixas intensidades de luz e os masculinos são mais frequentes sob intensidades de luz mais altas (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>). FORSBERG\*, citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>, encontrou uma maior frequência de árvores masculinas de Juniperus communis sob condições pobres de solo. Árvores femininas de Diospyros melanoxylon ocorrem em maior proporção na base que nos topos das montanhas (RATHORE<sup>46</sup>).

### 2.3.3. Relação entre proporção do sexo e o índice de mortalidade

Várias pesquisas têm demonstrado que um maior índice de mortalidade de um determinado sexo numa população pode contribuir para alterar a proporção teórica esperada, 1:1. Assim, em Rumex acetosa, os indivíduos masculinos têm um maior índice de mortalidade que os femininos, gerando um maior número de indivíduos femininos (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>; PUTWAIN & HARPER<sup>44</sup>). Em experimentos com híbridos de Silene alba e S. dioica houve alta mortalidade dos indivíduos masculinos (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

\* DARWIN, C. 1877. The different forms of flowers on plants of the same species. Murray, London. 352 p.

\* DOMMÉE, B. 1973. Recherches sur la génétique écologique de Thymus vulgaris Sc. Nat. Thesis, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 129 p.

\* FORSBERG, G.E. 1888. Ueber die Geschlechterverteilung bei Juniperus communis. Bot. Zentralbl. 33, 91-92.

Já em Asparagus officinalis L., Potentilla fruticosa L. e Juniperus communis, o índice de mortalidade dos indivíduos femininos é mais elevado que o dos masculinos, de acordo com FORSBERG\* e ROBBINS & JONES\* citados em LLOYD & WEBB<sup>34</sup>. ROBBINS & JONES\* explicam o alto índice de mortalidade das plantas femininas de A. officinalis como sendo devido ao fato de as plantas masculinas produzirem mais material verde que as femininas, tendo, portanto, melhores condições de sobrevivência.

#### 2.3.4. Relação entre proporção do sexo e época de floração

Nem todas as diferenças na proporção de árvores masculinas e femininas em espécies dióicas são devidas ao índice de mortalidade dos sexos ou às diferenças na sua adaptação ao sítio. Diferenças existentes entre os sexos, com relação à época de floração, resultam também em um desequilíbrio na contagem da proporção entre o número de árvores femininas e o de masculinas em uma população (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>). Em um considerável número de espécies dióicas, os indivíduos masculinos iniciam a floração mais cedo que os femininos, como por exemplo, em árvores de Ginkgo biloba, Ficus carica, Trichilia monadelpha e Humulus lupulus L. (GRANT<sup>21</sup>; LLOYD & WEBB<sup>34</sup>). Isso também ocorre em plantas de Clematis gentianoides L. (GODLEY<sup>18</sup>), Spinacia oleracea L., Silene otites e S. roemerii Friv. (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>), de Rumex acetosella L. (PUTWAIN & HARPER<sup>44</sup>) e em espécies de Cortaderia (CONNOR<sup>10</sup>). Um dos motivos pelo qual as plantas masculinas iniciam a época de floração mais cedo pode ser o fato de as femininas gastarem proporcionalmente mais de suas reservas de energia na reprodução sexual que as masculinas (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

\* FORSBERG, G.E. 1888. Ueber die Geschlechterverteilung bei Juniperus communis. Bot. Zentralbl. 33, 91-92.

\* ROBBINS, W. & JONES, H.A. 1925. Secondary sex characters in Asparagus officinalis. Hilgardia 1:183-202.

Baseado nessas observações, dependendo da época da floração em que se vai contar o número de plantas masculinas e femininas em espécies dióicas, para se estabelecer uma proporção entre os sexos, poderá ocorrer uma preponderância do número de indivíduos masculinos sobre os femininos identificáveis.

#### 2.3.5. Proporção do sexo em Araucaria angustifolia

Os escassos levantamentos sobre a proporção do sexo de A. angustifolia em povoamentos naturais e plantados não desbastados revelam maior porcentagem de plantas masculinas sobre as femininas. Um levantamento realizado por BANDEL & GURGEL<sup>3</sup> em vinte povoamentos naturais não desbastados, nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e também em dois povoamentos plantados no Estado de São Paulo revelou uma proporção estatisticamente significativa de 52,4% de árvores masculinas para 47,6% de femininas. O sexo dessas árvores foi identificado através da visualização dos seus órgãos florais, desconsiderando-se aquelas árvores cuja identificação não foi possível.

MATTOS<sup>37</sup>, porém, encontrou uma proporção de 55,2% de árvores masculinas para 44,8% de árvores femininas em estudos realizados em pinheirais no Estado de Santa Catarina. Esse autor não menciona se essa proporção é estatisticamente significativa ou não.

Na literatura consultada não se encontrou nenhuma pesquisa que compare a proporção de árvores masculinas e femininas em povoamentos não desbastados e após terem sofrido desbastes.

#### 2.4. Relação entre o sexo e o crescimento em DAP e em altura

Vários estudos têm sido feitos com o intuito de comprovar se há ou não uma relação entre o sexo e o crescimento em DAP e em altura nas espécies dióicas.

FARMER<sup>14</sup>, tentando relacionar o sexo com o crescimento em altura, em povoamentos naturais de Populus deltoides, verificou que nas árvores do sexo masculino esse parâmetro é significativamente maior.

Também em Taxus baccata L. e Ginkgo biloba as árvores masculinas têm maior crescimento em altura que as femininas, o mesmo ocorrendo com espécies do gênero Aciphylla (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Em contraste, BORSER<sup>7</sup> relata que as árvores femininas de Populus tremula tiveram maior incremento em altura e em DAP que as masculinas. Em Rumex acetosa, as plantas femininas também têm maior crescimento em altura, o mesmo ocorrendo com Silene roemerii e Antennaria dioica (L.) Gaertn. (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>). Em Petasites nivenis (Baumg), as plantas femininas somente têm maior altura que as masculinas após o início da floração (GOEBEL\* citado por LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Contudo, há pesquisas que mostram que nem em todas as espécies dióicas o crescimento em altura e em DAP difere entre os sexos. De acordo com EINSPIHR<sup>13</sup>, não houve diferença estatística significativa entre os sexos das árvores e o crescimento em altura e em DAP de Populus tremuloides. Com Populus deltoides, o DAP das árvores também não diferiu significativamente entre os sexos (FARMER)<sup>14</sup>, o mesmo acontecendo com plantas Satureja hortensis L. (ginodióica) em relação à altura (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Observa-se que, com base no exposto, o crescimento em altura e/ou em DAP pode ser maior ou menor nas árvores femininas ou masculinas, de acordo com a espécie. Se há influência do sítio sobre a relação "sexo e crescimento diamétrico e em altura", ainda é desconhecido.

\* GOEBEL, K. 1910. Uber sexuellen dimorphismus bei Pflanzen.

Biol. Centralbl 30: 657-679.



## 2.5. Formulação de hipóteses e possíveis consequências do desbaste em áreas de produção de sementes

As implicações decorrentes da influência do sexo sobre o crescimento diamétrico e em altura, em espécies dióicas, podem ser prejudiciais no que se refere aos desbastes feitos em áreas destinadas à produção de sementes. Isto porque essas áreas são manejadas, desde cedo, para produzir sementes precoces e em abundância. Para conseguir esse objetivo, uma das práticas utilizadas é o desbaste baixo, forte e seletivo, que visa a beneficiar as árvores escolhidas como produtoras de sementes, abrindo maior espaço para melhor desenvolvimento de suas copas (PITCHER<sup>42</sup>). Sendo assim, esse tipo de desbaste elimina as árvores suprimidas e de menores diâmetros no povoamento (SMITH<sup>51</sup>). Consequentemente, esta prática poderia representar um risco para a produção de sementes de *A. angustifolia*, se o sexo feminino estivesse associado com menores diâmetros e alturas. Nesse caso, o desbaste eliminaria maior número de indivíduos femininos, gerando uma situação altamente indesejável numa área de produção de sementes. Teoricamente, pode haver várias situações, consideradas nas seguintes hipóteses:

### 1ª hipótese:

O crescimento diamétrico (DAP) e em altura das árvores femininas e masculinas diferem entre si, devido à constituição genética.

Nesse caso, haveria duas consequências, advindas de um desbaste efetuado no talhão: uma, negativa, se o sexo feminino das árvores estivesse associado com os menores diâmetros e alturas, porque haveria maior número de árvores masculinas em relação às femininas, influenciando negativamente na produção de sementes. Outra, positiva, se as árvores femininas tivessem maiores diâmetros e alturas, em relação às masculinas porque, então, haveria maior número de indivíduos femininos em relação aos masculinos, gerando uma situação desejável em áreas de produção de sementes, desde que o número de árvores polinizadoras (masculinas) fosse suficiente.

2ª hipótese:

Os crescimentos diamétricos e em altura das árvores femininas são significativamente menores, em relação às masculinas, somente após o início da reprodução sexual quando suas reservas de energia são translocadas para a formação do amentilho e da pinha. Essa hipótese está baseada na teoria do esforço reprodutivo em espécies dióicas, segundo a qual a produção de óvulos e sementes requer maior energia que a produção de pólen (LLOYD & WEBB<sup>34</sup>).

Considerando-se essa hipótese, o desbaste só afetaria a proporção de árvores masculinas e femininas remanescentes no povoamento quando fosse feito somente após os anos posteriores quando a maioria das árvores estiverem produzindo sementes. Antes do início da sua produção, o efeito do desbaste seria inteiramente ao acaso, porque ainda não haveria diferenças em DAP e em altura entre os sexos.

3ª hipótese:

Não há diferenças no crescimento diamétrico e em altura entre as árvores masculinas e femininas.

Nesse caso, o desbaste não teria nenhum efeito no número de árvores femininas e masculinas remanescentes. Como consequência, poderia ser aplicado nas áreas de produção de sementes assim que se fizesse necessário, independentemente da floração das árvores.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Local de estudo

##### 3.1.1. Situação geográfica, clima e solo

Esta pesquisa foi feita em um plantio de A. angustifolia, pertencente à firma Giacomet-Marodin Indústria de Madeiras S.A., em Quedas do Iguaçu, Estado do Paraná, a uma latitude de 25° 47' S, longitude de 52° 90' W e altitude de 560 m s.n.m.

O clima da região é do tipo "Cfb"<sup>\*</sup>, segundo a classificação climática de Koeppen. A temperatura média anual é de 18,6° C, a média das máximas do mês mais quente é de 29,7° C e a média das mínimas do mês mais frio é de 8,2° C. A precipitação média anual é de 1797 mm (DE HOOGH & DIETRICH<sup>11</sup>).

O solo foi classificado como sendo pertencente ao tipo Latossolo Roxo Distrófico (DE HOOGH & DIETRICH<sup>11</sup>).

##### 3.1.2. História do talhão

O talhão de A. angustifolia estudado tinha 26 anos de idade, tendo sido semeado em 1951. A produção de sementes foi iniciada aos 21 anos de idade. Tem uma área total de 24,2 ha, apresentando-se uniforme com relação ao índice de sítio baseado na altura dominante das árvores.

\* Cfb: sub-tropical úmido sem estação seca

Foi designado para ser uma área de produção de sementes para suprir grandes quantidades de sementes de que a firma necessita para seus plantios.

Foi feito um único desbaste seletivo, aos 23 anos de idade, adotando-se o seguinte critério para a escolha das árvores remanescentes:

- espaçamento de 5m x 5m entre as árvores remanescentes;
- árvores com fustes retilíneos, cilíndricos, sem bifurcações e nós;
- árvores com copas bem desenvolvidas;
- árvores com características de resistência natural contra pragas e doenças;
- árvores predominantes e dominantes, com caráter de bom crescimento.

Na execução do desbaste, a área total foi dividida em pequenas áreas de 2.500 m<sup>2</sup> (50m x 50m), com o intuito de facilitar a distribuição das árvores matrizes segundo o espaçamento.

Foram obtidos os seguintes dados na conclusão da marcação das árvores remanescentes:

- número total de árvores selecionadas para matrizes = 5.978 árvores/24,2ha
- média do número de árvores selecionadas por ha = 247 árvores/ha.

### 3.2. Metodologia

#### 3.2.1. Identificação dos sexos das árvores

Durante os meses de novembro/75, fevereiro/76, agosto/76 e maio/77 foram marcadas as árvores masculinas e femininas identificáveis em todo o talhão, através da visualização dos órgãos florais, a olho nu e com binóculos. As árvores que apresentavam amentilhos foram assinaladas com um M (Masculina), no tronco, e as que apresentavam estróbilos foram assinaladas com um F (Feminina), utilizando-se tinta branca. As árvores identificadas pelo sexo não se distribuíam uniformemente no talhão, mas aglomeravam-se em certas áreas.

### 3.2.2. Marcação das parcelas

No talhão, nas áreas em que havia maior concentração de árvores identificadas em que o espaçamento era uniforme foram delimitadas três parcelas (A, B, C) cada uma com 50 x 100 m, deixando-se uma faixa de 20 m na bordadura do talhão. Cada parcela foi sub-dividida em 8 sub-parcelas de 25 x 25 m (Fig. 4), para orientar na medição e contagem das árvores.

### 3.2.3. Medições e contagem

Os parâmetros escolhidos para serem medidos foram o diâmetro (DAP) e a altura total. As medições foram efetuadas somente em árvores cujo sexo tinha sido identificado.

#### 3.2.3.1. Diâmetro e altura

A circunferência das árvores foi medida em cm com aproximação, à 1,30 m do solo, com o uso de uma fita métrica, e, depois, convertida em DAP.

As alturas das árvores foram medidas em m com aproximação, utilizando-se um hipsômetro Blume-Leiss.

Sempre que uma árvore masculina e uma feminina se encontravam próximas, eram consideradas como sendo um par. Com isto, pretendeu-se, uniformizar ao máximo as influências ambientais e de espaçamento, que permitiu uma análise mais precisa dos dados obtidos.

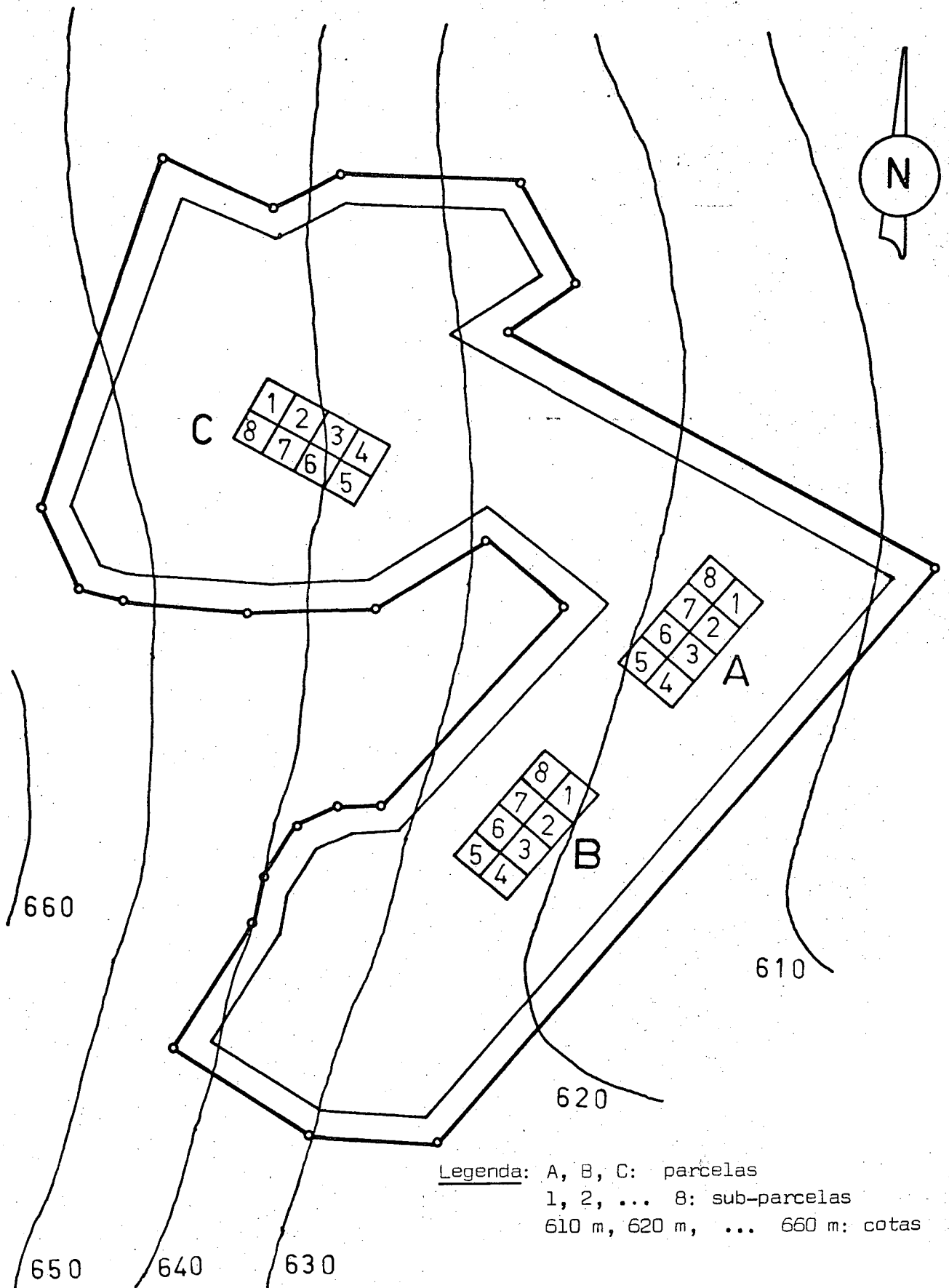


Figura 3: Esquema experimental de campo no talhão de A. angustifolia estudado.

Escala: 1:4000

### 3.2.3.2. Número de árvores

Dentro de cada parcela foi contado o número de árvores de cada sexo e o número de árvores de sexo não identificado, para testar a igualdade de proporção do número de árvores femininas e masculinas após o desbaste.

### 3.2.3.3. Incremento diamétrico dos últimos três anos

Do primeiro par de árvores medido aleatoriamente dentro de cada sub-parcela extraíram-se duas amostras, com o trado de incremento, opostas entre si, observando-se um ângulo de 45° em relação à direção do maior diâmetro do corte transversal da árvore, a 1,30 m do solo (método Osmann, segundo LOETSCH et al.<sup>35</sup>). A retirada das amostras foi feita conforme a Fig. 5.

Nessas amostras foram medidos os anéis de crescimento dos últimos três anos, para verificar se havia ou não diferenças no incremento diamétrico entre as árvores femininas e masculinas do povoamento, após o início da produção de sementes.

Considerou-se como sendo 3º anel de crescimento o último incremento ocorrido na árvore (Fig. 6).

Os dados das medições obtidas no campo foram anotados em formulário, considerando-se os respectivos pares de árvores (Quadros 1 e 2, do Apêndice).

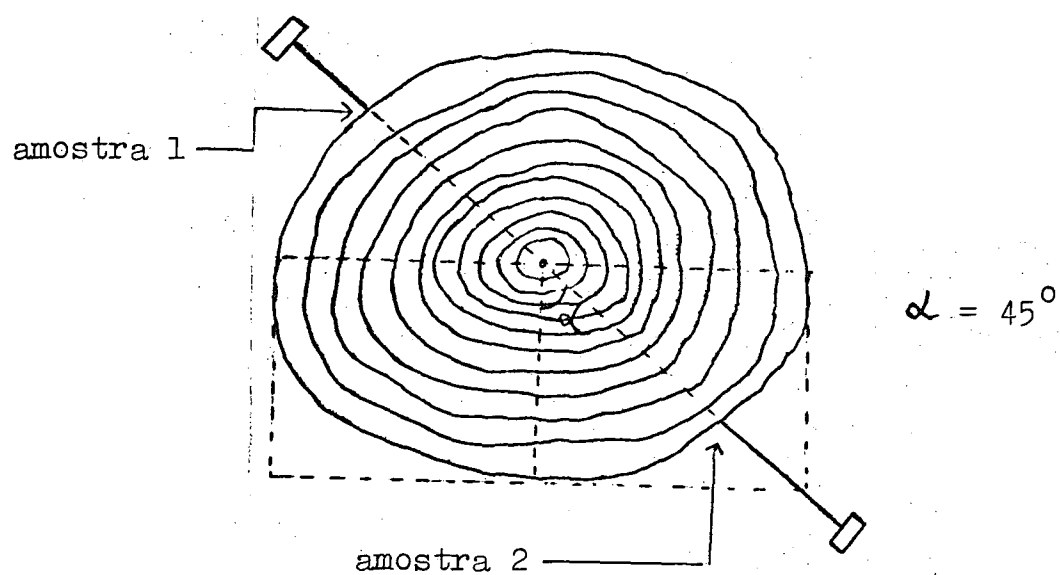


Figura 4: Retirada das amostras de incremento diamétrico pelo método Osmani (LOETSCH et al.<sup>35</sup>).

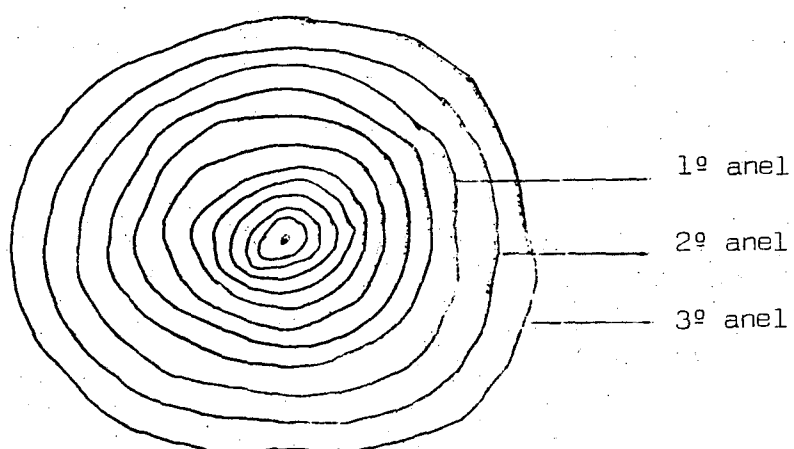


Figura 5: Posição dos anéis de crescimento analisados.



### 3.3. Análises estatísticas aplicadas

#### 3.3.1. Análise para testar a influência do sexo no diâmetro, na altura e no incremento diamétrico

##### 3.3.1.1. Teste "t" para parcelas não emparelhadas

Na análise dos dados foi usado o teste "t" para parcelas não emparelhadas (FREESE<sup>17</sup>), o que serviu para verificar a influência do sexo no DAP e na altura.

Nesse teste, as unidades experimentais são as árvores individuais, cada árvore considerada como sendo uma parcela (1- tree plot).

Antes de proceder aos cálculos desse teste, foram verificadas as condicionantes para a sua aplicação, que são as seguintes:

- As variâncias devem ser homogêneas, verificadas através do teste de Bartlett (FREESE<sup>17</sup>).
- Os dados devem seguir uma distribuição normal, verificado através de polígonos de frequência, baseados nos valores de DAP e altura, para indicarem a tendência da curva.
- Os dados devem ser aleatórios.

A hipótese testada para cada parâmetro supra mencionado foi que não há diferença estatisticamente significativa entre os sexos.

Usou-se a seguinte fórmula (FREESE<sup>17</sup>):

$$t = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{s^2}{n_A} + \frac{s^2}{n_B}}}$$

$\bar{X}_A$  e  $\bar{X}_B$  = média aritmética dos grupos A e B;

$n_A$  e  $n_B$  = número de observações nos grupos A e B ( $n_A$  e  $n_B$  não precisam ser iguais);

$s^2$  = variância do grupo;

$SQC_A$  e  $SQC_B$  = soma dos quadrados corrigidos de A e B

$$s^2 = \frac{SQC_A + SQC_B}{(n-1)_A + (n-1)_B}$$

### 3.3.1.2. Teste "t" para parcelas emparelhadas

Foi usado também o teste "t" para parcelas emparelhadas, para analisar a influência do sexo no DAP, na altura e no incremento diamétrico dos últimos dois e três anos. Nesse caso, as unidades experimentais (árvores) foram agrupadas em pares (veja também item 3.2.3.1), esperando-se, assim, eliminar as possíveis variações edáficas e de espaçamento.

A aplicação desse teste é justificada pelo fato de ser mais rigoroso que o teste para parcelas não emparelhadas, quando a variação entre os pares é maior que a variação dentro dos pares (FREESE<sup>17</sup>), o que foi comprovado através da análise desdobrada ("broken-down") (HUSCH et al.<sup>24</sup>).

O número de unidades experimentais foi menor nesse teste que no teste para parcelas não emparelhadas, porque nem todas as árvores se encontravam em pares. As condicionantes para a sua aplicação são as mesmas do teste "t" para parcelas não emparelhadas.

A hipótese testada para cada parâmetro foi que não existe diferença estatisticamente significativa entre os sexos.

Usou-se a seguinte fórmula (FREESE<sup>17</sup>):

$$t = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}}$$

com  $(n - 1)$  graus de liberdade, em que:

$\bar{X}_A$  e  $\bar{X}_B$  = médias aritméticas dos grupos A e B

n = número de pares de parcelas

$S_d^2$  = variância das diferenças individuais entre A e B:

$$S_d^2 = \frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n - 1}, \text{ em que } d_i = A_i - B_i$$

### 3.3.2. Análise para testar a igualdade de proporção dos sexos

Para verificar se as diferenças entre as proporções dos sexos, esperadas e observadas, eram significativas, aplicou-se o teste de qui-quadrado para contagem sob hipótese, conforme a fórmula apresentada por FREESE<sup>17</sup>:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(X_i - m_i)^2}{m_i}$$

com (k - 1) graus de liberdade, em que:

K = número de grupos;

$X_i$  = contagem observada no i-ésimo grupo;

$m_i$  = contagem esperada no i-ésimo grupo, se a hipótese é verdadeira.

A hipótese testada foi que a proporção de árvores femininas e masculinas é de 1:1.

### 3.3.3. Grau de precisão dos testes estatísticos

Todos os testes estatísticos foram efetuados ao nível de 0.95 de probabilidade.

## 4. RESULTADOS

4.1. Influência do sexo no DAP, na altura e no incremento diamétrico dos últimos dois e três anos

Os valores individuais das medições obtidas no campo são apresentados no quadros 1 e 2 do apêndice.

Os valores médios das medições obtidas no campo são apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Médias do DAP, da altura e do incremento diamétrico dos últimos dois e três anos, em função do sexo, em um plantio de A. angustifolia de 26 anos de idade, em Quedas do Iguaçu-PR.

Valores Médios								
	DAP		Altura		2º + 3º I.D.		1º + 2º + 3º I.D.	
	(cm)		(m)		(mm)		(mm)	
	F	M	F	M	F	M	F	M
Média de								
67 F	30.35		19.43					
e								
113 M		29.21		18.80				
Média de								
47 A.EMP	30.12	29.28	19.25	19.00				
Média de								
24 A.EMP					6.83	6.66	9.79	9.40

F = árvore feminina

M = árvore masculina

A.EMP. = árvores emparelhadas

I.D. = incremento diamétrico

Analisando o quadro anterior, verifica-se, à primeira vista, que as médias dos diâmetros, das alturas e dos incrementos diamétricos dos últimos três anos das árvores femininas são maiores que as das árvores masculinas.

#### 4.1.1. Teste "t" para parcelas não emparelhadas

As condicionantes para a aplicação do teste "t" para parcelas não emparelhadas foram satisfeitas, conforme se vê nos Quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8 e as Figs. 1, 2, 3 e 4, do Apêndice.

O teste "t" para a altura é estatisticamente significativo, ao nível de 0.95 de probabilidade, mas, em relação ao DAP, demonstra o contrário, ao mesmo nível, conforme se pode verificar no quadro 2.

Quadro 2. Teste "t" para parcelas não emparelhadas para o diâmetro (DAP) e altura

Variável	Resultados	
	"t" calculado	"t" tabelado
Altura	t = 2.71*	t = 1.96
DAP	t = 1.81 n.s.	178,0.05

n.s. = não significativo

\* = significativo ao nível de 0.95 de probabilidade

#### 4.1.2. Teste "t" para parcelas emparelhadas

A análise desdobrada ("broken-down") mostrou que a variação do diâmetro (DAP) entre os pares é maior que a variação dentro dos pares (Quadro 9, do apêndice).

Os testes "t" para as variáveis DAP, altura e incrementos diamétricos dos últimos dois e três anos não mostraram diferenças estatisticamente significativas conforme o quadro 3.

Quadro 3. Teste "t" para parcelas emparelhadas para o DAP, a altura e os incrementos diamétricos dos últimos dois e três anos.

Variáveis	Resultados	
	"t" calculado	"t" tabelado
DAP	t = 1.86 n.s.	t = 2,0 46,0.05
Altura	t = 0.99 n.s.	
2º + 3º I.D.	t = 0.33 n.s.	t = 2.069 23,0.05
1º + 2º + 3º I.D.	t = 0.52 n.s.	

I.D. = Incremento Diamétrico

n.s. = não significativo

#### 4.2. Proporção dos sexos

Os resultados da contagem do número de árvores de sexos identificados são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Número de árvores identificadas pelo sexo e não identificadas, contidas nas parcelas do experimento desenvolvido em um plantio de A. angustifolia de 26 anos, em Quedas do Iguaçu-PR

Parcela	Nº de M		Nº de F		Soma do Nº de M e F		Nº de N.I.		Nº total da parcela	
	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%	V.A.	%
A	47	32.64	39	27.08	86	59.72	58	40.28	144	100.0
B	23	17.97	18	14.06	41	32.03	87	67.97	128	100.0
C	43	34.30	10	8.00	53	42.40	72	57.60	125	100.0
A + B + C	113	28.46	67	16.88	180	45.34	217	54.66	397	100.0

M = árvore masculina

F = árvore feminina

N.I. = árvore não identificada

V.A. = valor absoluto

Observando o quadro 4, nota-se que, no cômputo total dos dados, o número de árvores masculinas é maior que o de árvores femininas, havendo uma diferença de 46 árvores. O número de árvores de sexos identificados é menor em relação às não identificadas, havendo uma diferença de 37 árvores.

O teste de qui-quadrado usado para testar a igualdade de proporção entre os sexos foi estatisticamente significativo, ao nível de 0.95 de probabilidade (Quadro 5), o que leva à aceitação da hipótese de que a proporção dos sexos é diferente de 1:1 entre árvores em idade reprodutiva aos 26 anos.

Quadro 5. Teste de qui-quadrado, para a proporção dos sexos de A. angustifolia

Hipótese de Proporção: M = 0.50				F = 0.50
Tipo	M	F	Total	
Observado ( $X_i$ )	113	67	180	
Esperado ( $m_i$ )	90	90	180	
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado	
$\chi^2_{1,0.05} = 3.84$			11.75*	

M = árvore masculina

F = árvore feminina

\* = significativo ao nível de 0.95 de probabilidade



## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Diâmetro (DAP), altura e incrementos diamétricos das árvores amostradas no talhão estudado

O teste "t", tanto para parcelas não emparelhadas como para parcelas emparelhadas, demonstrou que o sexo não tem influência no DAP dos indivíduos observados. Com relação à altura, embora o teste "t" para parcelas não emparelhadas tenha detectado diferença significativa entre os sexos das árvores, o teste "t" para parcelas emparelhadas demonstrou o contrário. Isso pode ser explicado pelo fato de que, no primeiro teste mencionado, as árvores femininas e masculinas amostradas encontravam-se dispersas em todo o talhão, podendo sofrer diferentes influências ambientais, ao passo que, no segundo teste, os pares de árvores femininas e masculinas sofreram praticamente as mesmas influências, resultando num crescimento mais uniforme. Como esse teste é mais rigoroso que o primeiro, pode-se considerar seu resultado como sendo o mais verdadeiro.

Apesar de se ter comprovado que o DAP e a altura não diferem significativamente entre os sexos das árvores de A. angustilolia no talhão estudado, não se pode excluir a possibilidade de que as árvores femininas tenham tido menores diâmetros e alturas que as masculinas antes do desbaste que foi aplicado no talhão. Nesse caso, o próprio desbaste pode ter eliminado as diferenças em diâmetro e em altura existentes antes da sua execução. Se assim fosse, deveria haver maior número de árvores masculinas que femininas, o que realmente se verifica quando se supõe que as árvores de sexos identificados sejam representativas da população amostrada. Contudo, isso não pôde ser comprovado nesta pesquisa por não ter sido feito nenhum estudo do talhão antes que fosse desbastado. Este estudo é no momento ainda impraticável, porque plantios de Araucaria na idade de floração (15-20 anos), sem terem sofrido desbaste estariam tão densos, que a floração seria severamente inibida, por falta de luz.

Caso a hipótese de que as árvores femininas tenham tido menores diâmetros e alturas que as masculinas antes do desbaste efetuado no talhão seja verdadeira, o primeiro desbaste seletivo seria prejudicial para a produção de sementes, pois eliminaria maior número de árvores femininas o que não é desejável numa área de produção de sementes. Nesse caso, deve-se fazer primeiramente um desbaste sistemático e esperar mais alguns anos até que se identifique sexualmente um elevado número de árvores. Após essa identificação, deve-se, então, proceder a um desbaste seletivo, quando se eliminará maior número de árvores masculinas, favorecendo, assim a produção de maior quantidade de sementes.

A não significância do teste "t" para parcelas emparelhadas, para os incrementos diamétricos, comprovou que, mesmo após o início da produção de sementes, os diâmetros das árvores não diferem significativamente entre os sexos.

## 5.2. Proporção dos sexos

Para testar a igualdade de proporção entre os sexos de A. angustifolia no talhão estudado, partiu-se da premissa de que as árvores de ambos os sexos de A. angustifolia tenham as mesmas chances de iniciar a floração numa mesma idade (na literatura não se encontrou nenhuma informação contrária a essa hipótese). Com base nessa hipótese, assumiu-se que a proporção do sexo das árvores identificadas fossem representativas da população estudada. Essa suposição foi feita porque nesta pesquisa, não se sabia ainda o sexo das árvores que não começaram a produzir flores. A significância do teste de qui-quadrado demonstra que a hipótese de proporções iguais para os sexos feminino e masculino no povoamento estudado deve ser rejeitada. Ressalta-se, contudo, que esse resultado poderá ser alterado após alguns anos de observação, quando, então, for identificado o sexo de todas as árvores, pois neste trabalho somente 45,3% das árvores puderam ser identificadas.

No caso em que a idade do início de floração é diferente entre as árvores femininas e masculinas de A. angustifolia (embora a literatura não faça nenhuma citação a este respeito), o resultado de proporções diferentes entre os sexos no talhão pesquisado fica invalidado.

O maior número de árvores masculinas em relação às femininas em idade reprodutiva aos 26 anos de idade existentes no talhão pode ser devido a diferenças na capacidade de sobreviver à competição desde o início do plantio ou à hipótese, já mencionada, de que as árvores femininas tenham tido menores diâmetros (DAP) e alturas que as masculinas antes do desbaste. Se se comprovar que as árvores masculinas de A. angustifolia florescem mais cedo que as femininas, então essa observação poderá também explicar o maior número de árvores masculinas no talhão.

## 6. CONCLUSÕES

Sob as condições em que foi conduzida a pesquisa, pode-se concluir que:

- a. O crescimento diamétrico e em altura das árvores de Araucaria angustifolia, logo após um desbaste seletivo, independe de sua dioicidia.
- b. A proporcionalidade dos sexos de A. angustifolia em talhões plantados não obedece à relação 1:1. Há maior ocorrência de árvores masculinas do que femininas.
- c. Há grande diferença individual quanto à idade de floração em A. angustifolia. Neste experimento, 54,7% das árvores ainda não se encontram em floração.
- d. Os primeiros desbastes em povoamentos plantados de A. angustifolia podem ser conduzidos sem a preocupação da desproporcionalidade de sexo entre as árvores, mas devem ser sistemáticas.
- e. Somente em desbastes posteriores à floração é possível a manipulação para se chegar a uma proporção ideal de sexo entre as árvores de A. angustifolia, numa área destinada à produção de sementes.

## 7. RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivos principais estudar a influência do sexo no crescimento em diâmetro (DAP) e em altura das árvores de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. e seus efeitos na aplicação dos desbastes em áreas de produção de sementes, assim como testar a igualdade de proporção dos sexos em um plantio destinado à área de produção de sementes após ter sofrido desbaste.

O experimento foi conduzido em um plantio de A. angustifolia de 26 anos, já desbastado, em Quedas do Iguaçu-Paraná destinado a área de produção de sementes.

Para analisar a influência do sexo no diâmetro e na altura aplicaram-se os testes "t" para parcelas emparelhadas e parcelas não emparelhadas.

Para analisar a igualdade de proporção dos sexos (1:1), usou-se o teste de qui-quadrado sob hipótese.

Constatou-se que não há diferença estatisticamente significativa do DAP e da altura entre os sexos de A. angustifolia no talhão estudado.

Concluiu-se que a proporção dos sexos de A. angustifolia no talhão estudado é diferente de 1:1.

As conclusões que o experimento sugere, sob as condições em que foi conduzido, são as seguintes:

- a. O crescimento diamétrico e em altura das árvores de Araucaria angustifolia, logo após um desbaste seletivo, independe de sua dioicidia.
- b. A proporcionalidade dos sexos de A. angustifolia em talhões plantados não obedece à relação 1:1. Há maior ocorrência de árvores masculinas.
- c. Há grande diferença individual quanto à idade de floração de A. angustifolia. Neste experimento, 54,7% das árvores ainda não se encontravam em floração.

- d. Os primeiros desbastes em povoamentos plantados de A. angustifolia podem ser conduzidos sem a preocupação da desproporcionalidade de sexo entre as árvores, mas devem ser sistemáticos.
- e. Somente em desbastes posteriores à floração é possível a manipulação para se chegar a uma proporção ideal de sexo entre as árvores de A. angustifolia, numa área destinada à produção de sementes.

## 8. SUMMARY

The main objectives of this research were: 1. To study the influence of the sex of Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. trees on diameter (d.b.h.) and height growth; 2. To study the influence of sex on thinning in a seed production area; 3. To test sex ratio in a plantation designed for seed production after thinning.

The experiment was undertaken in a 26 years old, thinned, Araucaria angustifolia plantation, in Quedas do Iguaçu, Paraná State. All plots were compared by "t" tests for unpaired plots and paired plots to verify the effect of sex on tree diameter and height. Chi-square was used to test whether sex ratio differed from the expected 1:1 ratio. No statistically significant difference was found in diameter and height of trees belonging to different sexes. The sex ratio Araucaria angustifolia in the population studied was not 1:1.

The following conclusions may be drawn under the conditions of the study:

- a. Following thinning, diameter and height growth of Araucaria angustifolia trees do not depend on dioecism.
- b. The sex ratio among the trees is not 1:1. There are more male than female trees.
- c. There is a large individual difference in flowering age among Araucaria angustifolia. In the present study 54,7% of the trees were not yet flowering.
- d. Early thinnings in planted Araucaria angustifolia populations may be undertaken without the preoccupation of sex ratio disproportion, among trees, but they must be done orderly.
- e. Artificial control of ideal sex-ratios is possible after post-flowering thinnings in a seed production area.

## 9. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1960. 381 p.
2. AMARAL, A.B.; FERREIRA, M. & BANDEL, G. Variação da densidade básica da madeira produzida pela Araucaria angustifolia, (Bert) O. Ktze. no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. IPEF, 3: 119-127, 1971 .
3. BANDEL, G. & GURGEL, J.A.A. Proporção do sexo em Araucaria angustifolia. Silvicultura em São Paulo, 6: 209-20, 1967.
4. BANZATTO, A.C.; et alli. Variação da densidade básica da madeira de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. O solo, 2: 43-45, 1969.
5. BAWA, K.S. & OPLER, P.A. Dioecism in tropical forest trees. Evolution, 29: 167-179, 1975.
6. BOLETIM CACEX - Carteira do Comércio Exterior, 1977.
7. BORSER, O. Growth of male and female aspen. Medd. norske skogforsoksv. 14: 175-85, 1957.
8. BUGALA, W. Sex determination of poplars from the colour of the leaves. Roczn. dendrol. polsk. tow. bot., Warsz, (7): 195-7 1951.
9. CAREV, A.P. Sexual dimorphism of aspen. Lesoved, Moskva 2: 76-8, 1969.
10. CONNOR, H.E. Breeding systems in Cortaderia (Gramineae). Evolution 27: 663-678, 1974.
11. DE HOOGH, R.J. & DIETRICH, A.B. Avaliação de sítio para Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. em povoamentos artificiais. Brasília, PRODEPEF, 1977 (no prelo).



12. DEICHMANN, V.O. Noções sobre sementes e viveiros florestais. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1967. 196 p.
13. EINSPAHR, D.W. Sex ratio in quaking aspen and possible sex-related characteristics. In: WORLD FOR. CONGR., 5; Seattle, 2: 747-50, 1960.
14. FARMER, R.E. Jr. Sex ratio and sex-related characteristics in eastern cottonwood. Silvae genética, 13 (4): 116-8, 1964.
15. FEDOROV, N.I. & RAPTUNOVIC, E.S. The photosynthetic activity of male and female aspen trees. Lesoned., Moskva, 1: 46-51, 1970.
16. FERNALD, M.L. Gray's manual of botany. New York, D. Van Nostrand Company, 1970. 1632 p.
17. FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. Washington, Forest Service, 1967. 87 p.
18. GODLEY, E.J. Breeding systems in New Zealand plants. New Zealand J. Bot. 2: 205-212, 1967.
19. GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el estado de São Paulo. Silvicultura em São Paulo, 6 (único): 7-62, 1967.
20. GRAMUGLIO, G. The sexual behavior of Populus tremula in Italy. G. bot. ital. 69: 78-90, 1962.
21. GRANT, V. Genetics of flowering plants. New York, Columbia University Press, 1975, 514 p.
22. HERTEL, R.J.G.. Estudos sobre a Araucaria angustifolia. Boletim do Instituto de História Natural, 4: 27, 1966.
23. HUNT, C.M. Sex constitutions in white Ash, Fraxinus americana L. In: NORTHEAST-FOR. TREE IMPR. CONF. 11, New Brunswick; 1964.
24. HUSCH, B.; MILLER, C.J. & BEERS, T.W. Forest mensuration. 2 ed. New York, Ronald Press, 1971. 410 p.

25. IL'IN, A.M. Determining the sex of aspen by the leaves. Lesoved., Moskva, 6: 66-71, 1969.
26. JOLY, A.B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 2. ed. São Paulo, Editora Nacional, 1975, 777 p..
27. KISSIN, I. Crescimento e produção do pinheiro brasileiro. Anuário brasileiro de economia florestal, 3: 429-477, 1950.
28. KOCANVSKIJ, S.B. Certain physiological features of male and female aspen trees. Lesoved., Moskva, 2: 14-23, 1968.
29. KOLLMANN, F. Tecnologia de la madera e sus aplicaciones. Madrid, Instituto Florestal de Investigaciones y Experiencias y Servicio de la Madera, 1959. 675 p.
30. KOSCINKI, M. O pinheiro brasileiro na silvicultura paulista. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1934. 56 p.
31. LARSEN, C.M. The relationship between sex and growth in the genus Populus. Dansk dendrol. Arsokr, 3 (1):45-52, 1968.
32. LAWTON, R.M. The relationship between crown form and sex in Chlorophorm excelsa (Welw.) Benth. and Hook. F. Emp. For. Rev. 34 (2) : 192-3, 1955.
33. LEE, C.L. Sex chromosomes in Ginkgo biloba. Amer. J. Bot. 41 (7): 545-9, 1954.
34. LLOYD, D.G. & WEBB, C.J. Secondary sex characters in plants. The botanical review, 43 (2): april-june, 1977.
35. LOETSCH, F.; ZOHRER, F. & HALLER, N.E. Forest inventory. München, BLV Verlagsgesellschaft, 1973.
36. MARTINO, S. O pinheiro brasileiro. 2. ed. Brasília, Ministério da Agricultura, IBDF, s.d. 78 p.
37. MATTOS, J.R. O pinheiro brasileiro. São Paulo, 1972. 620 p.
38. MITT WOCH, U. Sex chromosomes. New York, Academic Press Inc. London Ltda., 1957. 306 p.

39. NIGTEVECHT, G. Van. Genetic studies in dioecious Melandrium. Genética, 37: 281-306, 1966.
40. NOVACK, F.A. Gran enciclopedia ilustrada de las plantas. Caracas, Editorial lectura, 1966. 583 p.
41. PAULEY, S.S. Forest tree genetics research: Populus L. Econ.Bot. 3: 299-330, 1949.
42. PITCHER, J.A. Área de produção de sementes. Curitiba, PRODEPEF 11 p. (fotocopiado).
43. POLLOCK, E.G. The sex chromosomes of the Maidenhair tree. 1957.
44. PUT WAIN, P.D. & HARPER, J.L. Studies in the dynamics of plant populations. J. Ecol., 60: 113-129, 1972.
45. RANGELOV, K. Comparative studies of certain physical and mechanical properties of wood of male and female aspens. Gorskostop. Nanka, Sofija, 6 (4): 105-110, 1969.
46. RATHORE, J.S. Distribution patterns of male and female plants of Diospyros melanoxylon Roxb. in the forests of Sagar, M.P. Indian Forester, 95: 701, 1969.
47. REITZ, P.R. & KLEIN, R.M. Araucariaceas. Itajaí, HBR, 1966, 62 p.
48. SALISBURY, F.B. & FOSS, C. Plant physiology. Belmont, California, Wadsworth Publishing Company, 1969. 747 p.
49. SHYMOIA, C. Contribuição ao estudo do ciclo biológico da Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. Experientiae, 2: 519-540 1962.
50. SIMÕES, J.W. & COUTO, H.T.J. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná A. angustifolia (Bert.) O. Ktze. Cultivado em vaso. IPEF, 7: 3-40, 1973.
51. SMITH, D.M. The practice of silviculture. 7 ed. John Wiley, New York, 1962. 578 p.

10. APÉNDICE

Quadro 1. Avaliação de diâmetro (DAP) e altura em função de sexo, considerando-se os respectivos pares de árvores, em um plantio de A. angustifolia de 26 anos, em Quedas do Iguaçu-PR.

PARCELA A				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
1	30,8	21,8	31,9	19,4
	23,5	18,2	23,4	16,2
	28,9	19,0	33,8	21,5
	31,6	21,4		
	23,3	15,5		
	32,1	20,7		
	24,6	20,2		
	36,9	20,6		
	26,5	18,9		
2	28,5	18,6	31,2	21,0
	32,6	18,6	27,7	18,4
	31,7	19,3	29,8	18,4
	32,3	20,7	31,0	18,6
	33,1	20,6		
	30,3	19,1		
	36,1	20,5		
27,8	18,2			
3	37,3	18,8	37,1	20,5
	31,1	20,6	31,3	18,2
	26,9	18,0	25,0	17,6
	28,1	17,8	32,0	18,3
			30,1	18,9
			28,5	19,2
		24,0	18,4	

Cont. Quadro 1

PARCELA A				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
4	25,6	18,8	30,8	20,7
	28,7	19,3	28,3	19,3
	28,7	19,8	30,1	20,8
			33,0	21,8
			29,3	19,7
			38,2	23,1
			29,7	18,6
	25,9	19,4		
5	35,1	22,1	35,5	18,9
	33,2	20,8	35,6	21,7
	32,0	18,7	33,2	21,4
	38,3	20,7	35,6	21,0
			28,8	20,2
6	33,7	19,8	29,8	18,9
	33,6	19,0	32,1	19,3
	28,0	20,0	29,1	19,7
	25,7	19,1		
	35,5	21,9		
	33,2	18,9		
	22,7	17,5		
	26,5	18,5		
		34,7	20,8	
7	32,6	19,9	30,7	19,3
	32,7	21,0	35,6	20,9
	27,7	20,7	29,3	20,4

Cont. Quadro 1

PARCELA A				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
7	27,7	18,9	30,4	19,2
	37,7	22,8		
8	27,3	18,2	33,4	21,2
	30,3	18,0	35,4	20,0
	33,0	21,0	30,1	17,9
	30,4	19,0		
PARCELA B				
1	24,0	21,0	27,0	18,0
	25,2	18,5	24,3	18,4
			32,0	18,8
			30,1	20,9
2	29,4	18,4	31,8	19,0
			29,3	18,3
3	31,0	21,0	34,7	19,0
	35,7	19,0		
4			28,6	18,9
			28,4	18,8
5	22,1	17,3		
	20,2	16,2	24,2	17,6
	36,4	20,0		
	31,5	18,0		
	30,2	19,5		
	33,9	20,6		
		40,5	21,0	

Cont. Quadro 1

PARCELA B				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
6	27,8	18,6	25,8	18,0
	36,1	20,6		
	32,5	19,5		
	31,2	20,0		
		24,5	18,2	
7	27,7	17,8	28,2	19,2
	20,4	17,5	26,4	19,0
	35,2	20,5		
8	29,7	17,4	28,5	18,1
	29,1	18,0	32,7	20,0
	23,5	18,5		
	23,0	17,7		
	27,8	19,1		
		32,9	21,5	
PARCELA C				
1	31,6	18,0	25,0	18,0
	28,5	17,8		
	27,2	16,0		
	25,0	17,5		
	33,2	19,3		
	23,9	16,8		
2	23,3	16,8	27,0	17,4
	26,1	18,0	30,0	18,2
	32,2	21,9		
	30,3	17,6		



Cont. Quadro 1

PARCELA C				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
	27,2	16,8		
	24,2	17,0		
	23,8	17,5	26,6	17,7
	35,5	19,3	30,8	18,0
3	28,8	18,0		
	28,7	17,7		
	37,9	19,6		
	27,7	19,4		
	30,4	18,8		
4	24,1	16,0		
	20,7	16,4		
	32,3	19,2		
	29,8	18,9		
	21,7	17,3		
	31,8	17,4		
5	27,8	16,9		
	28,7	17,1		
	25,8	16,7		
	21,8	15,7		
	26,4	16,8		
	26,0	17,5	28,8	22,2
	26,1	17,7	23,1	18,8
6	30,0	18,0	29,7	20,3
	24,2	18,5		
	25,0	21,0		

Cont. Quadro 1

PARCELA C				
Sub Parcela	Árvore masculina		Árvore feminina	
	DAP (cm)	H (m)	DAP (cm)	H (m)
7	29,2	17,5	31,8	19,1
	27,2	20,0		
	28,6	17,3		
	27,9	14,9		
	31,8	18,5		
8	27,3	17,5		
	33,0	19,0		
	25,8	17,4		
			35,9	19,8

Quadro 2. Incrementos diamétricos, em mm, em função do sexo em um plantio de *A. angustifolia* de 26 anos de idade, em Quedas do Iguaçu - PR.

PARCELA A											
		Sexo Masculino					Sexo Feminino				
Sub-Parcela	A- mos- tra	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
A <sub>1</sub>	1	1,0	0,5	2,0	2,5	3,5	1,5	1,4	2,7	4,1	5,6
	2	1,8	3,9	5,0	8,9	10,7	2,5	1,4	2,0	3,4	5,9
	Média	1,40	2,20	3,50	5,7	7,10	2,00	1,40	2,35	3,75	5,75
A <sub>2</sub>	1	2,8	3,6	5,1	8,7	11,5	1,3	1,0	1,4	6,4	7,7
	2	2,2	3,3	4,0	7,3	9,5	1,9	3,5	1,6	5,1	7,0
	Média	2,50	3,45	4,55	8,00	10,50	1,60	3,25	2,50	5,55	7,35
A <sub>3</sub>	1	2,6	3,0	1,5	8,5	11,1	1,5	1,4	2,0	3,4	4,9
	2	2,1	2,2	2,6	4,8	6,9	1,6	2,2	3,3	4,5	6,1
	Média	2,35	2,60	4,05	6,65	9,00	1,55	1,80	2,15	3,95	5,50
A <sub>4</sub>	1	1,9	2,5	1,3	3,8	5,7	6,4	4,2	2,5	6,7	10,1
	2	1,6	2,1	1,3	3,4	5,0	2,4	1,1	1,0	2,1	4,5
	Média	1,75	2,30	1,30	3,60	5,35	2,90	2,65	1,75	4,40	7,3

Cont. Quadro 2

Sub-Parcela	A-mostrata	Sexo Masculino					Sexo Feminino				
		1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
A <sub>5</sub>	1	4,5	6,5	1,4	7,9	12,4	2,9	2,8	3,4	6,2	9,1
	2	2,8	3,4	2,7	6,1	8,9	1,2	1,3	3,6	4,9	6,1
Média		3,65	4,95	2,05	7,00	10,65	2,05	2,05	3,50	5,55	7,60
A <sub>6</sub>	1	2,2	3,0	1,4	4,4	6,6	2,8	3,2	4,5	7,7	10,5
	2	1,9	2,0	3,0	5,0	6,9	2,3	1,8	2,7	4,5	6,8
Média		2,05	2,50	2,20	4,70	6,75	2,55	2,50	3,60	6,10	8,65
A <sub>7</sub>	1	3,2	1,3	3,8	5,1	8,3	1,7	3,2	2,0	5,2	6,9
	2	1,7	3,2	0,5	3,7	5,4	2,5	1,2	1,3	2,5	5,0
Média		2,45	2,25	2,15	4,40	6,85	2,10	2,20	1,65	3,85	5,95
A <sub>8</sub>	1	1,5	1,6	3,0	4,6	6,1	3,0	2,1	3,2	5,3	8,3
	2	3,2	1,5	1,2	2,7	5,9	3,9	3,0	1,0	4,0	7,9
Média		2,35	1,55	2,10	3,65	6,00	3,45	2,55	2,10	4,65	8,10
PARCELA B											
B <sub>1</sub>	1	5,2	6,0	6,7	12,7	17,9	3,7	4,8	3,7	8,5	12,2
	2	2,9	2,9	5,4	8,3	11,2	3,6	3,5	2,8	6,3	9,9

Cont. Quadro 2

Sub-Parcela	A-mostr	Sexo Masculino					Sexo Feminino				
		1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
Média		4,05	4,5	6,05	10,50	14,55	3,65	4,15	3,25	7,40	11,05
B <sub>2</sub>	1	3,0	3,2	4,2	7,4	10,4	3,2	3,9	4,3	8,2	11,40
	2	3,5	4,2	5,0	9,2	12,7	2,3	2,5	3,2	5,7	8,0
Média		3,25	3,70	4,60	8,30	11,55	2,75	3,20	3,75	6,95	9,70
B <sub>3</sub>	1	2,5	3,8	5,2	9,0	11,5	1,5	1,6	2,0	3,6	5,1
	2	2,8	3,2	1,9	5,1	7,9	5,0	5,5	5,2	10,7	15,7
Média		2,65	3,50	3,55	7,05	9,70	3,25	3,55	3,60	7,15	10,4
B <sub>4</sub>	1	1,3	2,0	2,0	4,0	5,3	5,10	4,0	5,3	9,3	14,3
	2	2,0	2,2	3,5	5,7	7,7	2,0	4,0	4,5	8,5	10,5
Média		1,65	2,10	2,75	4,85	6,50	3,50	4,00	4,90	8,90	12,40
B <sub>5</sub>	1	1,0	1,5	2,2	3,7	4,7	5,0	5,1	6,0	11,1	16,1
	2	2,6	2,8	2,2	5,0	7,6	4,9	5,5	4,0	9,5	14,4
Média		1,80	2,15	2,20	4,35	6,15	4,95	5,30	5,00	10,30	15,25
B <sub>6</sub>	1	2,4	2,5	3,6	6,1	8,5	1,5	1,7	2,4	4,1	5,6
	2	1,5	4,40	4,4	8,4	9,5	2,0	3,3	2,1	5,4	7,4
Média		1,95	3,25	4,00	7,25	9,00	1,75	2,50	2,25	4,75	6,50

Cont. Quadro 2

Sub- Par- cela	A- mos- tra	Sexo Masculino					Sexo Feminino				
		1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
B <sub>7</sub>	1	2,2	2,7	3,0	5,7	7,9	3,4	3,4	3,0	6,4	9,8
	2	1,0	2,4	3,0	5,4	6,4	2,4	2,2	3,2	5,4	7,8
Média		1,60	2,55	3,00	5,55	7,15	2,90	2,80	3,10	5,90	8,80
B <sub>8</sub>	1	1,5	3,0	3,0	6,0	7,5	5,0	4,0	4,4	8,4	13,4
	2	1,8	2,0	4,0	6,0	7,8	3,0	4,6	4,6	9,2	12,2
Média		1,65	2,50	3,50	6,00	7,65	4,00	4,3	4,5	8,8	12,80
PARCELA C											
C <sub>1</sub>	1	4,0	3,1	3,2	6,3	10,3	3,5	5,8	4,1	9,9	13,4
	2	4,0	6,0	6,1	12,1	16,1	2,2	1,5	1,7	3,2	5,4
Média		4,0	4,55	4,65	9,20	13,20	2,85	3,65	2,90	6,55	9,4
C <sub>2</sub>	1	1,9	3,0	4,1	7,1	9,0	3,3	3,5	5,4	8,9	12,2
	2	3,8	3,2	4,0	7,2	11,0	5,5	5,0	4,0	9,0	14,5
Média		2,85	3,1	4,05	7,15	9,50	4,40	4,25	4,70	8,95	13,35

Cont. Quadro 2

Sub- Par- cela	A- mos- tra	Sexo Masculino					Sexo Feminino				
		1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
C <sub>3</sub>	1	3,2	5,7	7,5	13,2	16,4	3,0	3,3	5,3	8,6	11,6
	2	3,3	5,5	4,6	10,1	13,4	1,4	1,5	3,0	4,5	5,9
Média		3,25	2,2	6,2	11,65	14,9	2,20	2,40	4,15	6,55	8,75
C <sub>4</sub>	1	2,7	2,2	6,2	8,4	11,1	3,5	6,0	3,1	9,1	12,6
	2	2,2	2,9	5,5	8,4	10,6	4,3	4,8	4,8	9,2	14,0
Média		2,45	2,55	5,85	8,4	10,85	3,90	5,40	3,95	9,35	13,3
C <sub>5</sub>	1	4,1	4,4	5,7	10,1	14,2	4,0	5,2	2,5	7,7	11,7
	2	3,6	3,0	3,2	6,2	9,8	4,9	2,3	2,8	5,1	10,0
Média		3,85	3,7	4,45	8,15	12,0	4,45	3,75	2,65	6,4	10,85
C <sub>6</sub>	1	3,9	5,3	4,3	9,6	13,5	3,5	6,0	3,1	9,1	12,6
	2	2,5	3,0	3,1	6,1	8,6	4,3	4,8	4,8	9,2	14,0
Média		3,20	4,15	3,70	7,85	11,05	3,90	5,40	3,95	9,35	13,3
C <sub>7</sub>	1	3,4	2,5	2,1	4,6	8,0	4,0	5,2	2,5	7,7	11,7
	2	1,8	3,0	3,0	6,0	7,8	4,9	2,3	2,8	5,1	10,0
Média		2,60	2,75	2,55	5,3	7,90	4,45	3,75	2,65	6,4	10,85

Cont. Quadro 2

Sub- Par- cela	A- mos- tra	Sexo Masculino					Sexo Feminino				
		1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis	1º anel	2º anel	3º anel	2º+3º anéis	1º+2º+3º anéis
C <sub>8</sub>	1	3,2	4,5	5,7	10,2	13,4	2,8	3,6	1,4	5,1	7,8
	2	2,6	4,3	3,0	7,0	9,9	4,8	5,5	6,0	11,5	16,3
Média		2,90	4,40	4,35	8,75	11,65	3,80	4,55	3,70	8,25	12,05



Quadro 3. Teste de Bartlett para a variável diâmetro (DAP), para parcelas não emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	18.552	112	2077.8	1.2683	142.0496
F	13.660	66	901.55	1.1354	74.9364
Total		43	2979.35		216.9860
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2_{1,0.05} = 3.84$			1,917 n.s.		

M = árvore masculina

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

n.s. = não significativo

Quadro 4. Teste de Bartlett para a variável altura, para parcelas não emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	2.525	112	282.80	0.4023	45.0576
F	1.854	66	122.35	0.2681	17.6946
Total		178	405.15	0.6704	62.7522
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2_{1,0.05} = 3.84$			1.910 n.s.		

M = árvore masculina

n.s. = não significativo

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

Quadro 5. Teste de Bartlett para a variável diâmetro (DAP), para parcelas emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	15,937	46	733,109	1,2024	55,3104
F	12,554	46	577,475	1,0988	50,5448
Total		92	1310,584		105,8552
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2$ 1,0.05 = 3.84			0.675 n.s.		

M = árvore masculina

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

n.s. = não significativo

Quadro 6. Teste de Bartlett para a variável altura, para parcelas emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	1,927	46	88,640	0,2849	13,1054
F	1,809	46	83,218	0,2574	11,8404
Total		92	171,858		24,9458
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2$ 1,0.05 = 3.84			0.053 n.s.		

M = árvore masculina

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

n.s. = não significativo

Quadro 7. Teste de Bartlett para o incremento diamétrico dos últimos dois anos, para parcelas emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	4.4422	23	102.17	0.6476	14.8948
F	3.7209	23	85.58	0.5706	13.1238
Total		46	187.75		28.0186
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2_{1,0.05} = 3.84$			0.18 n.s.		

M = árvore masculina

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

n.s. = não significativo

Quadro 8. Teste de Bartlett para o incremento diamétrico dos últimos três anos, para parcelas emparelhadas.

Grupo	Variância $s^2$	(n-1)	SQC	$\log s^2$	(n-1) $\log s^2$
M	7.470	23	171.80	0.8733	20.0859
F	7.650	23	175.94	0.8837	20.3251
Total		46	347.74		40.4110
$\chi^2$ tabelado			$\chi^2$ calculado		
$\chi^2_{1,0.05} = 3.84$			0 n.s.		

M = árvore masculina

F = árvore feminina

SQC = soma dos quadrados corrigidos

n.s. = não significativo

Quadro 9. Análise de variância desdobrada ("broken-down") para o DAP, para parcelas emparelhadas.

Fontes de Variação	G.L.	SQ	MQ	F
Entre pares	53	1257.424	23.725	2.618*
Dentro pares	54	469.300	9.061	
Total	107	1746.724		

F 0.05, 53/54 = 1,5

\* signficante ao nível de 0.95 de probabilidade.

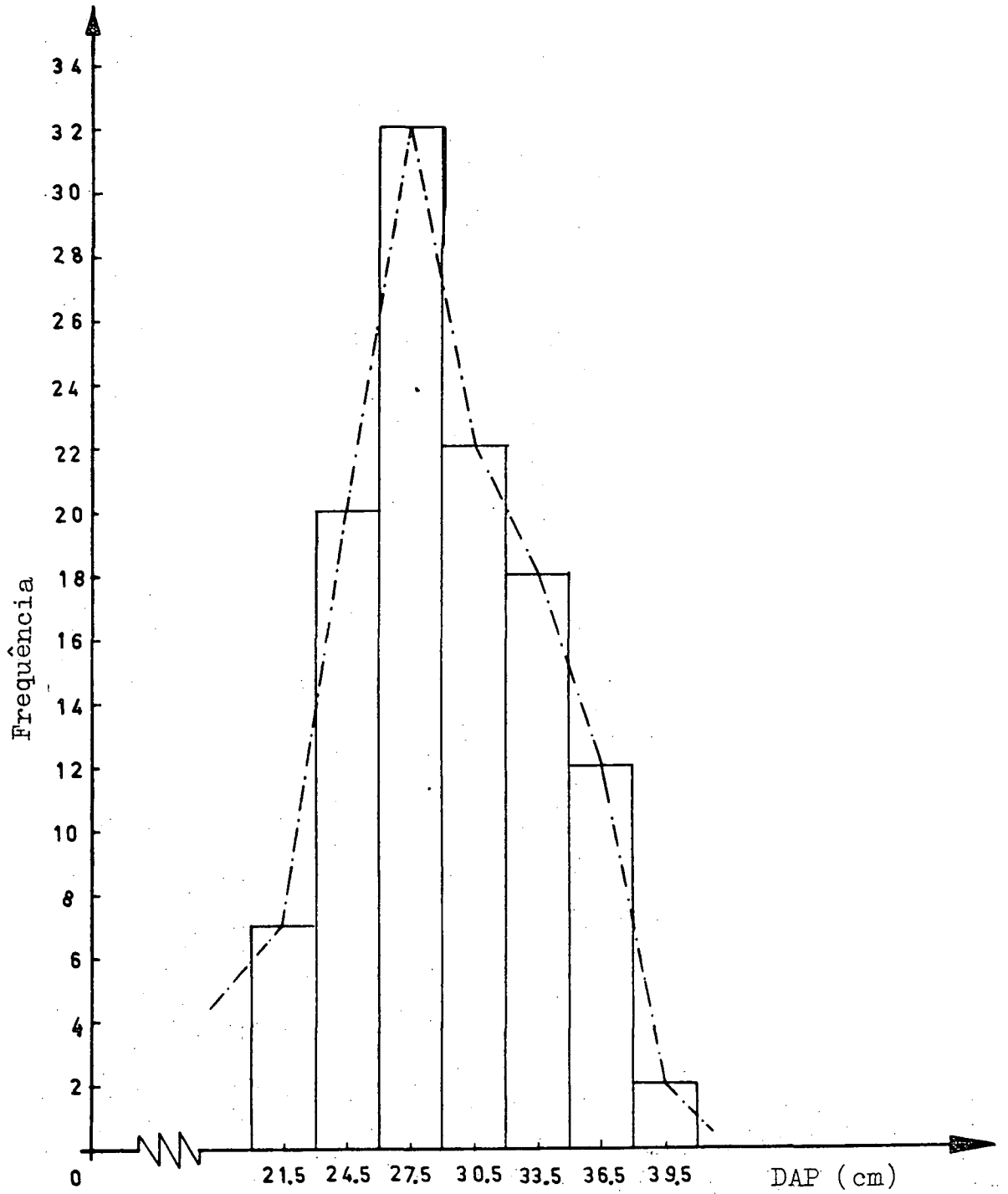


Figura 1: Polígono de frequência das classes diamétricas das árvores masculinas

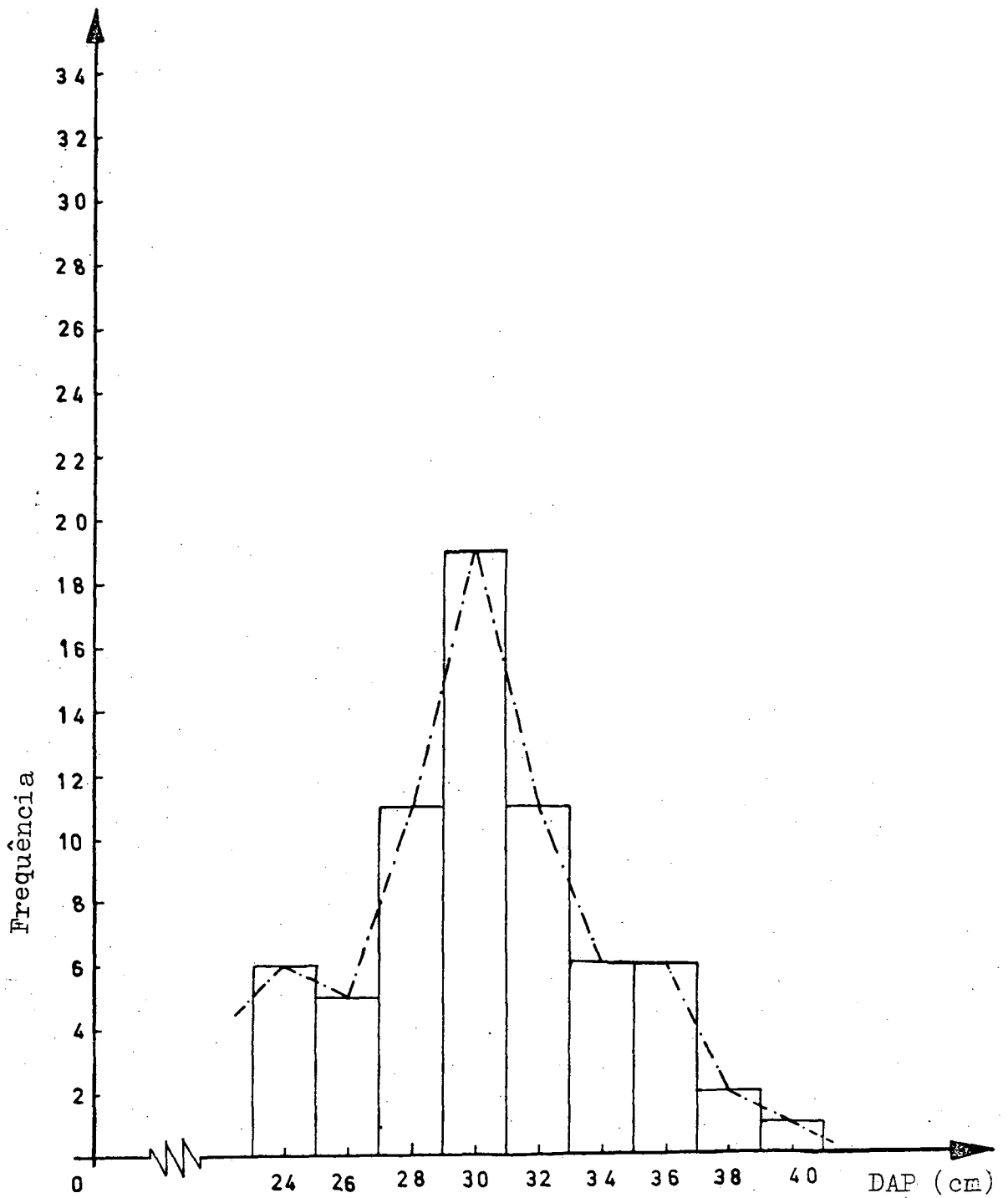


Figura 2: Polígono de frequência das classes diamétricas das árvores femininas

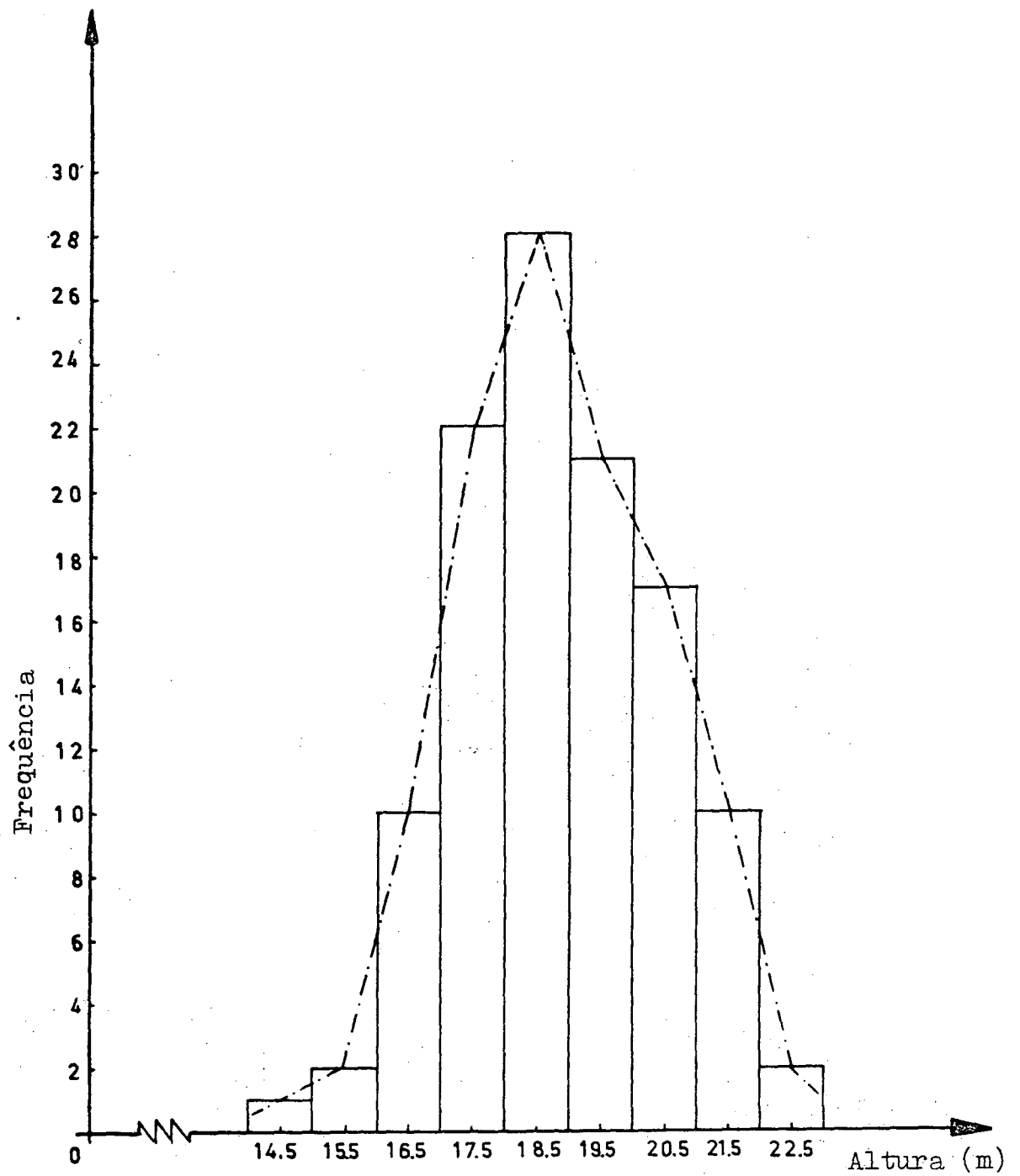


Figura 3: Polígono de frequência das classes de altura para as árvores masculinas

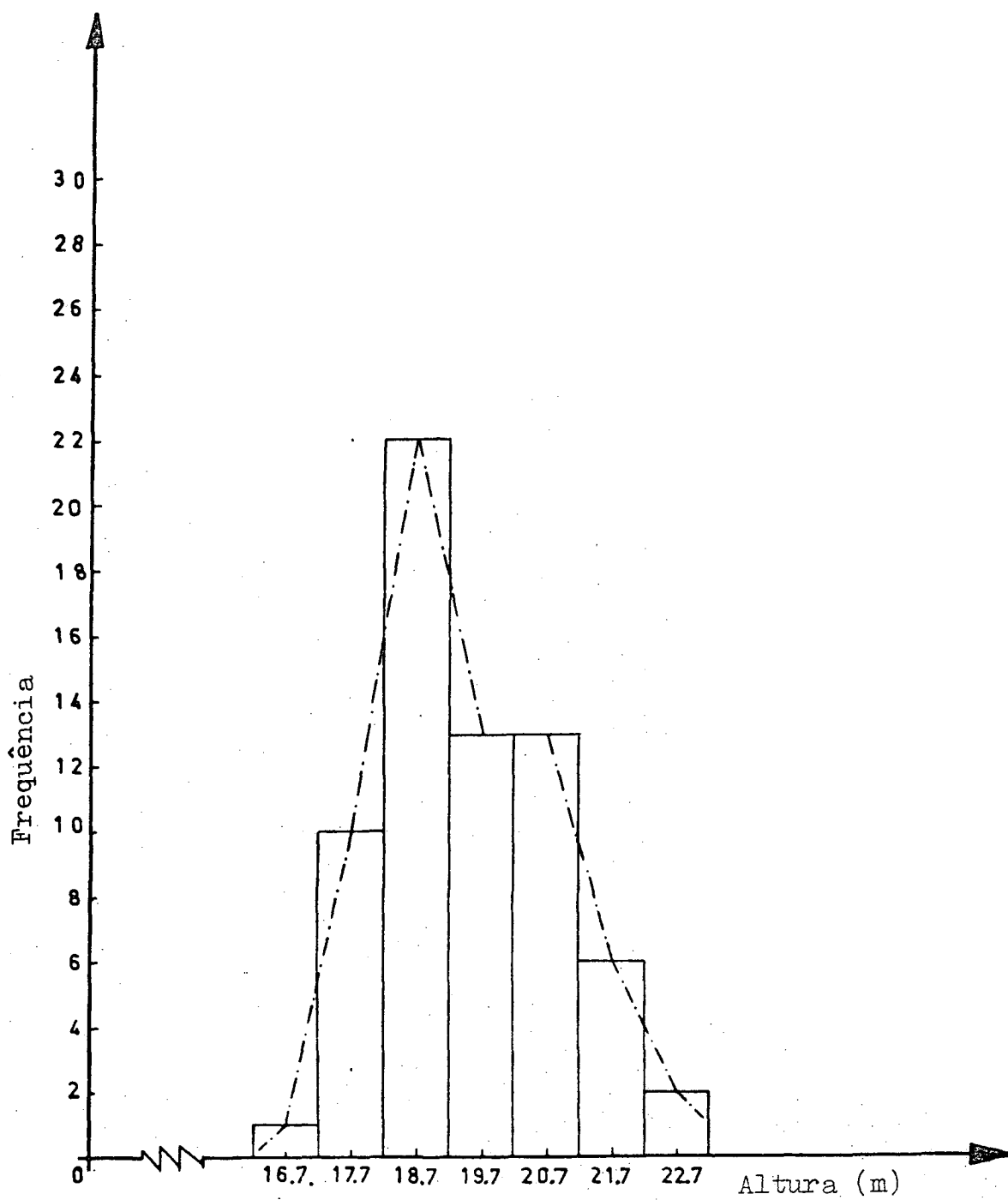


Figura 4: Polígono de frequência das classes de altura das árvores femininas