



# BOLETIM INFORMATIVO

B. Inf. PPT	Piracicaba	V.3	nº 13	p.1-86	Setembro 1983
-------------	------------	-----	-------	--------	---------------

PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO –  
PROJETO DE PINHEIROS TROPICAIS

PROCESSO 7021/81

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL – IBDF

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA – ESALQ/USP

## SUMÁRIO

- I. Pessoal do projeto de pinheiros tropicais
- II. Produção e qualidade da água em povoamentos de pinheiros tropicais
- III. Produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais
- IV. Técnicas de manejo e seu relacionamento com a produção e qualidade da madeira de pinheiros tropicais
- V. Influência dos fungos ectomicorrízicos no desenvolvimento de pinheiros tropicais
- VI. Secagem acelerada da madeira de pinheiros tropicais em secadores industriais
- VII. Produção de lâminas e painéis compensados com madeira de pinheiros tropicais
- VIII. Celulose Kraft de madeiras de pinheiros tropicais para fabricação de papel
- IX. Resinagem e qualidade da resina de pinheiros tropicais
- X. Resumos das teses concluídas

## I. PESSOAL DO PROJETO DE PINHEIROS TROPICAIS

Responsável: Dr. João Walter Simões

Coordenador: Dr. Mário Tomazello Filho

Tec. Assist. Adm.: Sérgio Rodrigues Salgueiro

### SUB-PROJETOS E SEUS RESPONSÁVEIS

SUB-PROJETO 01 – Adaptação Ecológica, Crescimento e Desenvolvimento dos Pinheiros Tropicais: Dr. Fábio Poggiani.

SUB-PROJETO 02 – Produção e Qualidade da Água em Povoamentos de Pinheiros Tropicais: Dr. Walter Paula Lima

SUB-PROJETO 03 – Produção de Sementes Melhoradas de Pinheiros Tropicais: Dr. Paulo Yoshio Kageyama e Dr. Mário Ferreira.

SUB-PROJETO 04 – Técnicas de Manejo e seu Relacionamento com a Produção e Qualidade da Madeira de Pinheiros Tropicais: Dr. João Walter Simões.

SUB-PROJETO 05 – Técnicas de Exploração Mecanizada em Povoamentos Implantados de Pinheiros Tropicais: Professor Fernando Seixas.

SUB-PROJETO 06 – Estudos Básicos para Controle de Insetos em Povoamentos de Pinheiros Tropicais: Dr. Evôneo Berti Filho.

SUB-PROJETO 07 – Influência dos Fungos Micorrízicos no Desenvolvimento de Pinheiros Tropicais: Dr. Tasso Leo Krugner e Prof. Mário Tomazello Filho.

SUB-PROJETO 08 – Características Anatômicas da Madeira de Diferentes Espécies de Pinheiros Tropicais: Prof. Mario Tomazello Filho.

SUB-PROJETO 09 – Relação entre Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira de Pinheiros Tropicais e Possibilidades de sua Utilização Industrial em Embalagens e Estruturas: Professor José Nivaldo Garcia.

SUB-PROJETO 10 – Equipamentos e Métodos para o Desdobro e Processamento Mecânico da Madeira de Pinheiros Tropicais: Professor José Nivaldo Garcia.

SUB-PROJETO 11 – Secagem Acelerada da Madeira de Pinheiros Tropicais em Estufas Industriais: Professor Ivaldo Pontes Jankowsky.

SUB-PROJETO 12 – Produção de Lâminas e Painéis Compensados de Madeira de Pinheiros Tropicais: Professor Ivaldo Pontes Jankowsky.

SUB-PROJETO 13 – Celulose Kraft de Madeiras de Pinheiros Tropicais para Fabricação de Papel: Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo.

SUB-PROJETO 14 – Resinagem e Qualidade de Resina de Pinheiros Tropicais. Prof. José Otávio Brito.

SUB-PROJETO 15 – Avaliação Econômica de Resultados do Projeto: Prof. Joldes Nunes Ferreira.

## II. SUB-PROJETO 2

TÍTULO : Produção e qualidade da água em povoamentos de pinheiros tropicais.

OBJETIVOS: 1. Determinar o regime da água do solo sob florestas de diferentes espécies de pinheiros tropicais.

2. Determinar a evapotranspiração de florestas de pinheiros tropicais.

3. Determinar a interceptação da água da chuva por florestas de pinheiros tropicais.

4. Medir a alteração da água da chuva após interação com as copas de florestas de pinheiros tropicais.

5. Quantificar a ciclagem de alguns nutrientes causada pelo processo de lavagem das copas pela água das chuvas.

JUSTIFICATIVA: Sob o ponto de vista conservacionista, o manejo florestal deveria levar em conta não só o aspecto econômico, mas também o ecológico, isto é, aquilo que as práticas silviculturais estão relegando, como influência ou como consequência, ao meio ambiente.

Um dos aspectos importantes destas influências ambientais da floresta diz respeito à sua relação com os recursos hídricos, particularmente no que diz respeito à quantidade e à qualidade da água que emana de áreas florestadas.

O conhecimento dos aspectos hidrológicos de áreas reflorestadas com espécies de pinheiros tropicais se reveste, assim, de importância prática, e se constitui em informação básica necessária ao adequado estabelecimento de normas de manejo compatíveis com as exigências econômicas, biológicas sociais e estéticas dos tempos atuais.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: Os ensaios experimentais foram conduzidos em duas localidades diferentes: no campus da ESALQ, em Piracicaba, S.P. e na área da CAFMA, em Agudos, S.P..

Em Piracicaba, o ensaio foi instalado em uma plantação de *Pinus caribaea* Mor. var. *caribaea*, de 8 anos de idade, plantada em espaçamento de 3 x 2 m. Neste local foram coletadas, amostras da precipitação total (isto é, chuva medida fora da floresta), e precipitação interna (isto é, chuva dentro da floresta), em dispositivos coletores plásticos. Estas amostras foram coletadas semanalmente, e foram analisadas para efeito de determinação da qualidade da água, visando a quantificação do ciclo de nutrientes, bem como a alteração qualitativa da água causada pela floresta de pinheiros tropicais.

Em Agudos o ensaio foi instalado em duas plantações: uma de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* e outra de *Pinus oocarpa*, ambas com 11 anos de idade e

plantadas em espaçamento de 2,5 x 2,0 metros. Os dados coletados em Agudos incluem: a) precipitação; b) amostras de água da chuva medida no aberto e da chuva medida dentro das florestas; c) interceptação; d) umidade do solo. A precipitação foi medida semanalmente através de 2 pluviômetros tipo “Ville de Paris” instalados em local aberto, próximo às plantações. Destes pluviômetros foram, também, coletadas amostras semanais de água para posterior análise de qualidade. Dentro das florestas, as amostras de água da chuva bem como a interceptação foram coletadas em 10 interceptômetros de aço inoxidável, dotados de funil e tela protetora, distribuídos ao acaso dentro da floresta. Foram utilizados 10 interceptômetros em cada uma das duas espécies de pinheiros tropicais. Estes dispositivos foram coletados amostras da água para posterior análise de qualidade.

A umidade do solo foi medida mensalmente tanto nas florestas de pinheiros tropicais mencionados quanto em uma área de cerrado (vegetação original da área) que foi preservada adjacente às plantações. Em cada um dos três tipos de florestas, as amostras foram coletadas em três pontos, em cada um dos quais se retirou, com trado tipo “orchard”, amostras do perfil do solo das seguintes profundidades: 0 (camada superficial), 50, 100, 150 e 200 cm. As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio, vedadas com fita durex e transportadas, imediatamente após a coleta, para Piracicaba. No laboratório elas foram imediatamente pesadas e postas para secar em estufa, a 105°C, durante pelo menos 24 horas. Com o peso seco determina-se, então, o conteúdo de umidade.

## RESULTADOS:

1. Após a interação com a floresta de *Pinus caribaea* plantada no campus da ESALQ, em Piracicaba, o pH da água da chuva passou de 5,2 para 4,5, como valor médio de 2 anos de medições.

2. Houve, também, sensível enriquecimento em nutrientes na água da chuva, resultado do processo de lixiviação, de acordo com os resultados médios da condutividade elétrica da água da chuva, que passou de 18  $\mu$  mho, fora da floresta, para 57,8  $\mu$  mho, após a interação com o *Pinus caribaea*.

3. Ainda nesta espécie de pinheiros tropicais, medições das concentrações médias de Ca e Mg mostraram que o processo de lixiviação foi responsável pela adição média de 8,35 kg/ha de Cálcio e, de 5,38 kg/ha de magnésio, durante um período de 15 meses.

4. Dos ensaios conduzidos nas florestas da CAFMA, em Agudos, S.P., os resultados obtidos nas medições do regime da água do solo mostraram as seguintes conclusões gerais:

a) de modo geral, o solo sob cerrado mostrou-se sempre mais úmido do que os solos sob florestas de pinheiros tropicais;

b) entre as florestas pinheiros, o solo sob *Pinus oocarpa* mostrou-se mais úmido do que o solo sob *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;

c) do ponto de vista estatístico, apenas o cerrado apresentou uma depleção da água do solo significativamente menor que as florestas de pinheiros tropicais. Entre estas, a marcha anual da água do solo foi semelhante;

d) levando em conta as diferentes profundidades do perfil do solo, a diferença significativa determinada para a parcela de cerrado ocorreu apenas na camada

superficial, onde o solo sob cerrado foi significativamente mais úmido do que o solo em ambas as florestas de pinheiros;

e) na parcela de cerrado, este maior conteúdo de umidade da camada superficial foi significativamente diferente apenas daquele observado à profundidade de 50 cm, sendo que as demais profundidades não diferiram entre si e nem da camada superficial;

f) nas florestas de pinheiros tropicais não houve diferenças na depleção da água do solo ocorrida nas diferentes profundidades do perfil estudado;

g) tomados no conjunto, estes resultados permitem afirmar que a análise do regime ou da marcha anual da água do solo no perfil de 2 metros não revelou nenhum efeito adverso à água do solo em consequência do reflorestamento de áreas do cerrado com espécies pinheiros tropicais;

h) dentre as espécies de pinheiros tropicais estudadas, o *Pinus oocarpa* apresentou menor depleção da água do solo que o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. As diferenças encontradas, todavia, não foram significativas;

i) análise de dados de crescimento dos povoamentos estudados e de outros povoamentos da mesma espécie em Agudos mostram que o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* apresenta incremento volumétrico médio anual superior ao *Pinus oocarpa*. As florestas de *Pinus oocarpa*, todavia, apresentam melhor forma e maior densidade da madeira para a mesma idade;

j) estas diferenças de crescimento e as diferenças na taxa de interceptação obtidas através de dados medidos nas parcelas experimentais mas ainda não publicados constituem-se em possíveis explicações para as diferenças encontradas na marcha anual da água do solo entre as espécies;

k) o *Pinus oocarpa* parece, com base nestes resultados, ser espécie mais adequada para o reflorestamento em áreas de cerrado. Aliado a um crescimento relativamente bom, o regime da água do solo foi praticamente idêntico aquele verificado no solo sob a vegetação original de cerrado.

5. Quanto às medições de interceptação nas florestas de pinheiros tropicais da CAFMA, em Agudos, os resultados mostraram que a perda média por interceptação nas florestas de pinheiros é menor do que a verificada na vegetação original do cerrado na região (12% em pinheiros, contra 27% no cerrado).

6. Portanto, em termos de utilização das potencialidades do “site”, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos, observa-se que o regime da água do solo, pelo menos na espécie *Pinus oocarpa*, foi praticamente o mesmo daquele verificado no cerrado, enquanto que a interceptação nos pinheiros foi menor. Isto implica que, sendo a precipitação efetiva nos pinheiros maior do que a do cerrado, e não havendo muita diferença no regime de água no solo, a substituição de cerrado por florestas de pinheiros tropicais é vantajosa, uma vez que estas são capazes de melhor aproveitar o balanço hídrico disponível, apresentando maior incremento médio anual de madeira.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, W.P.. Soil moisture regime in tropical pine plantations and in “cerrado” vegetation in the State of São Paulo, Brazil. IUFRO WORLD CONGRESS, 17, Kyoto. 1981. 16p.

LIMA, W.P. & NICOLIELO, N.. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em vegetação de cerrado (no prelo).

LIMA, W.P. & Alteração da qualidade da água da chuva em florestas de pinheiros tropicais e em vegetação de cerrado (no prelo).

LIMA, W.P.. Lavagem de nutrientes das copas das árvores pela água das chuvas em florestas de pinheiros tropicais e em vegetação de cerrado (no prelo).

LIMA, W.P.. Alteração do pH, da condutividade e das concentrações de Ca, Mg, e P na água da chuva em florestas *Pinus caribaea* em Piracicaba. IPEF, Piracicaba (18): 37-54, 1979.

LIMA, W.P.. Produção e qualidade da água em povoamentos de pinheiros tropicais – I: Alteração do pH, condutividade e das concentrações de Ca, Mg, e P da água da chuva em *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Boletim Informativo PPT, Piracicaba (7): 20-39, 1979.

LIMA, W.P.. Soil moisture regime in tropical pine plantations and in “cerrado” vegetation in the State of São Paulo, Brazil. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (12), 1982. (no prelo).

TABELA 1: - Quantidades (kg/ha) de Ca e Mg medidas na água da chuva (C) e na água da precipitação interna (P) em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Período	kg/ha			
	Ca (C)*	Ca (P)**	Mg (C)	Mg (P)
<u>1977</u>				
12/09 - 19/09	0,38	0,52	0,04	0,33
19/09 – 27/09	0,37	0,57	0,74	0,91
27/09 – 03/10	0,24	0,40	0,20	0,31
07/11 – 16/11	0,16	0,87	0,28	0,36
16/11 – 28/11	0,21	0,65	0,17	0,27
28/11 – 05/12	0,51	1,03	0,63	0,69
05/12 – 12/12	0,49	0,32	0,07	0,13
19/12 – 26/12	1,80	0,76	0,00	1,74
<u>1978</u>				
30/01 – 08/02	0,72	0,59	0,00	0,46
13/02 – 27/02	03,7	0,17	0,27	0,21
27/02 – 06/03	0,29	0,50	0,04	0,33
06/03 – 13/03	0,07	0,53	0,26	0,17
<b>TOTAL</b>	<b>8,35</b>	<b>18,12</b>	<b>5,39</b>	<b>11,49</b>

\* Conforme valores da precipitação no período

\*\* Conforme estimativa da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de acordo com o determinado por LIMA (1976)

**TABELA 2:** - Relações entre precipitação semanal (mm P/sem) X, e valores de pH e de condutividade elétrica ( $\mu$  mho/cm) Y da água da chuva (parcela aberta), água da precipitação interna (sob floresta de *Pinus caribaea*) e devido ao processo de lavagem (diferença devido à floresta).

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r <sup>2(1)</sup>	F <sup>(2)</sup>
<u>Parcela aberta</u> pH: $\ln Y = a + b X$	1,564	0,001	0,08	1,818 n.s.
Cond.: $Y = a + b X$	8,347	364,182	0,27	8,291 **
<u>Sob floresta de <i>P. caribaea</i></u> pH: $\ln Y = a + b X$	1,396	0,002	0,12	2,925 n.s.
Cond.: $\ln Y = a + b \ln X$	5,578	- 0,475	0,14	3,494 n.s.
<u>Diferença devido à floresta</u> pH: $Y^{(3)} = a + b X$	- 0,708	- 0,10	0,11	2,591 n.s.
Cond.: $Y^{(4)} = a + b X$	69,794	- 0,648	0,07	1,713 n.s.

(1) Coeficiente de determinação

(2) Significância do coeficiente de regressão b: \*p < 0,05 ; \*\*p < 0,01  
n.s. = não significativo.

(3)  $Y = \text{pH P} + 0,5 - \text{pH C}$  (Tabela 1)

(4)  $Y = \text{Cond.} - \text{Cond. C}$  (Tabela 1)

**TABELA 3:** - Relações entre precipitação semanal (mm P/sem) X, e concentração de Cálcio e de Magnésio (mg/l) na água da chuva (parcela aberta), na água da precipitação interna (sob floresta de *P. caribaea*) e devido ao processo de lavagem (diferença devido à floresta).

EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	a	b	r <sup>2(1)</sup>	F <sup>(2)</sup>
<u>Parcela aberta</u> Ca: Y <sup>(3)</sup> = a + b/X	0,253	37,271	0,56	28,356 **
Mg: Y <sup>(4)</sup> = a + b X	1,316	- 0,006	0,10	2,394 n.s.
<u>Sob. floresta de <i>P. caribaea</i></u> Ca: ln Y <sup>(5)</sup> = a + b ln X	2,891	- 0,603	0,20	5,442 *
Mg: ln Y <sup>(6)</sup> = a + b ln X	2,499	- 0,574	0,31	9,769 **
<u>Diferença devido à floresta</u> Ca: ln Y <sup>(7)</sup> = a + b ln X	3,296	- 0,935	0,21	5,780 *
Mg: Y <sup>(8)</sup> = a + b/X	0,159	37,039	0,25	7,182 *

(1) Coeficiente de determinação

(2) Significância do coeficiente de regressão b : \*p < 0,05 ; \*\*p < 0,01

n.s. = não significativo

(3) Y = Ca C + 0,5 (Tabela 1)

(4) Y = MgC + 0,5 (Tabela 1)

(5) Y = Ca P + 0,5 (Tabela 1)

(6) Y = Mg P + 0,5 (Tabela 1)

(7) Y = Ca P – Ca C (Tabela 1)

(8) Y = (Mg P – Mg C) + 0,5 (Tabela 1)

**TABELA 4:** - Densidade da madeira em g/cm<sup>3</sup> para amostras de árvores de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa* em Agudos (dados no arquivo da CAFMA) –

Espécie	Idade (anos)	Densidade média (g/cm <sup>3</sup> )
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	6	0,351
	12	0,408
	14	0,417
<i>P. oocarpa</i>	6	0,390
	12	0,413
	14	0,443

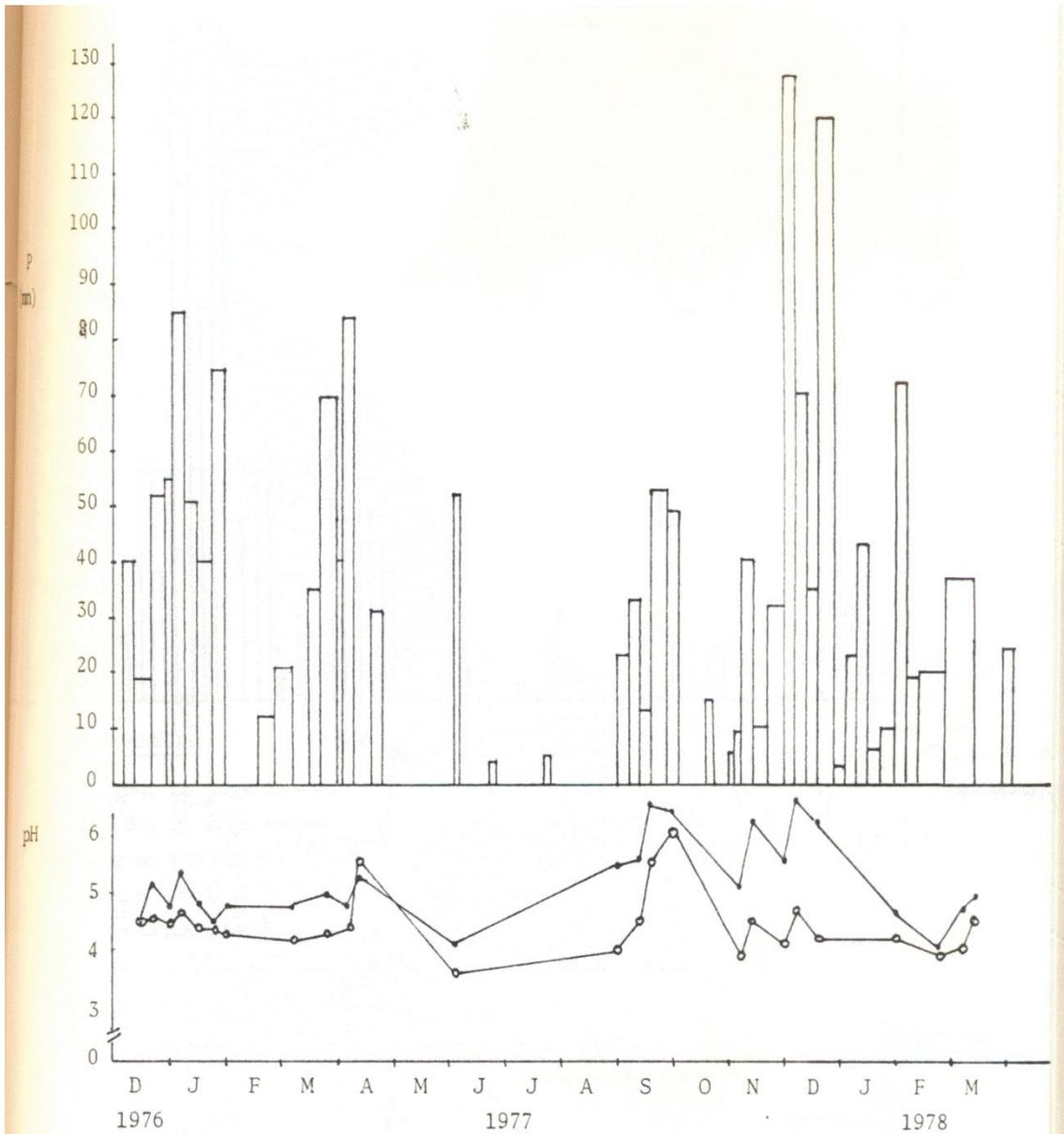


FIGURA 1: Precipitação semanal e médias semanais do pH da água da chuva e da precipitação interna durante o período estudado.

LEGENDA

- água da chuva
- água da precipitação interna em floresta de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

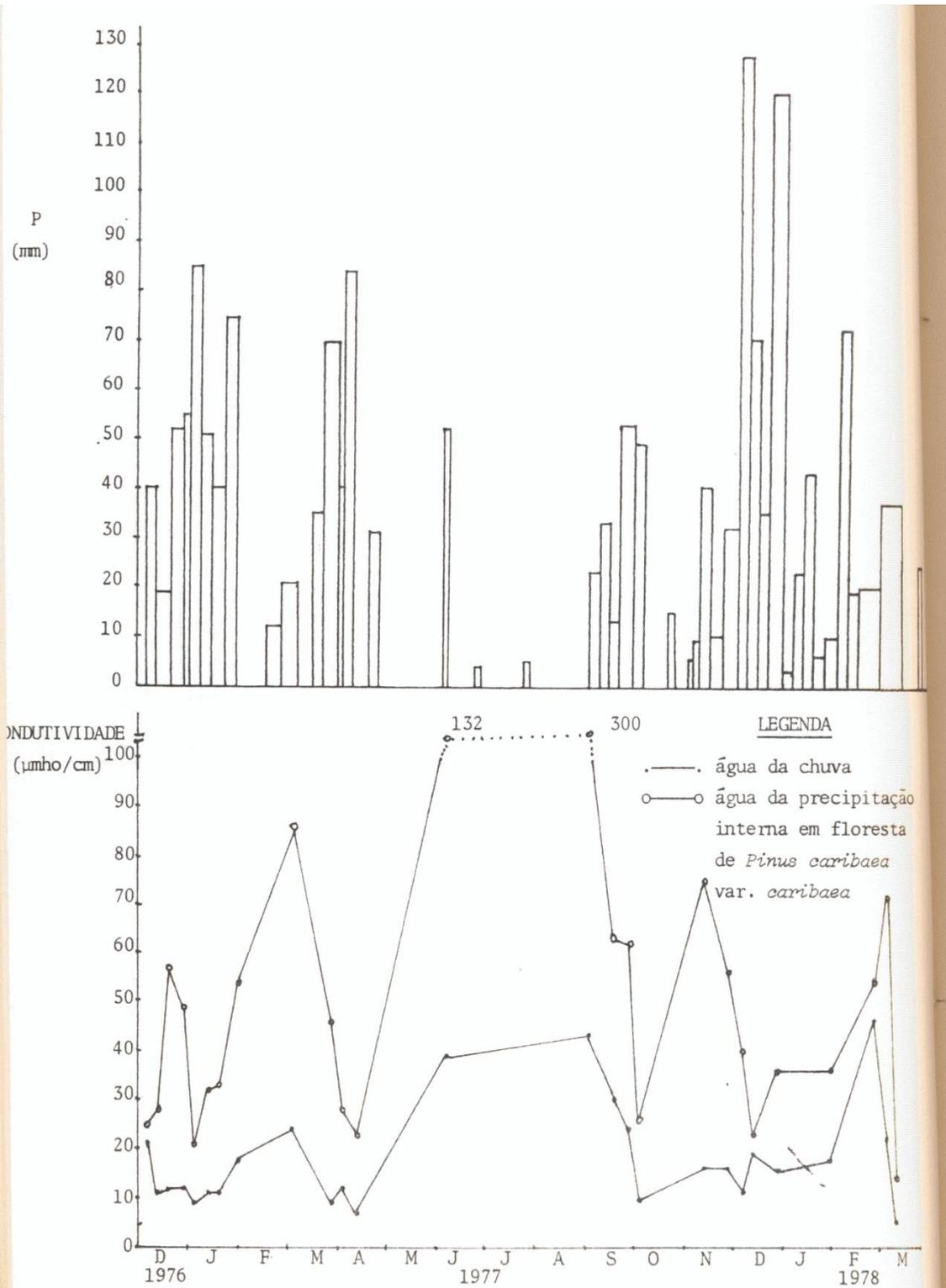


FIGURA 2:- Precipitação semanal e médias semanais da condutividade elétrica da água da chuva e da água da precipitação interna.

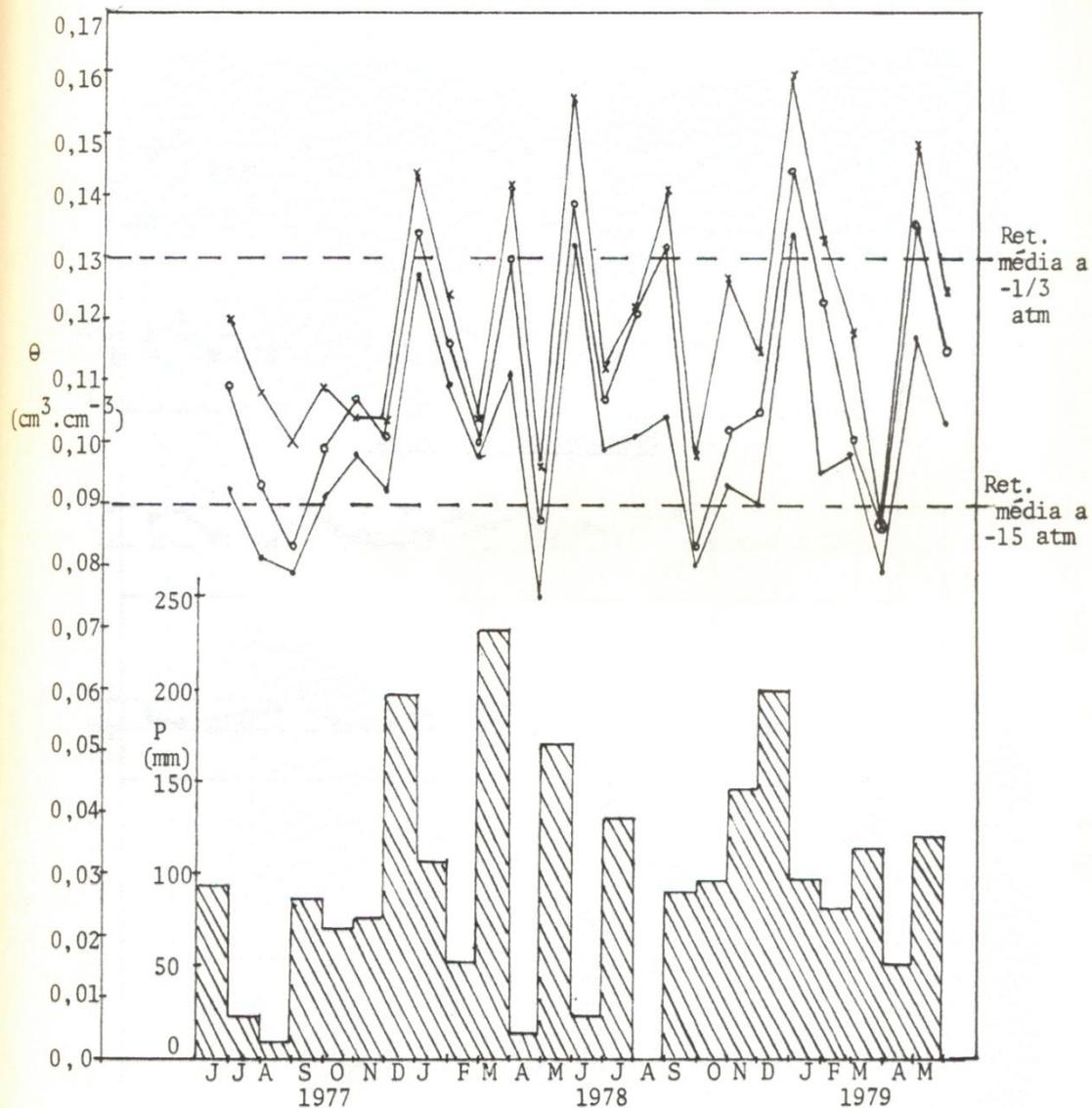


FIGURA 3: Variação Mensal do Conteúdo de Umidade Médio ( $\theta$ ) para o Perfil de 2 metros nas parcelas de pinheiros tropicais e de cerrado, e distribuição mensal da precipitação (P).

×—× Cerrado      o—o *Pinus caribaea*      ●—● *Pinus oocarpa*

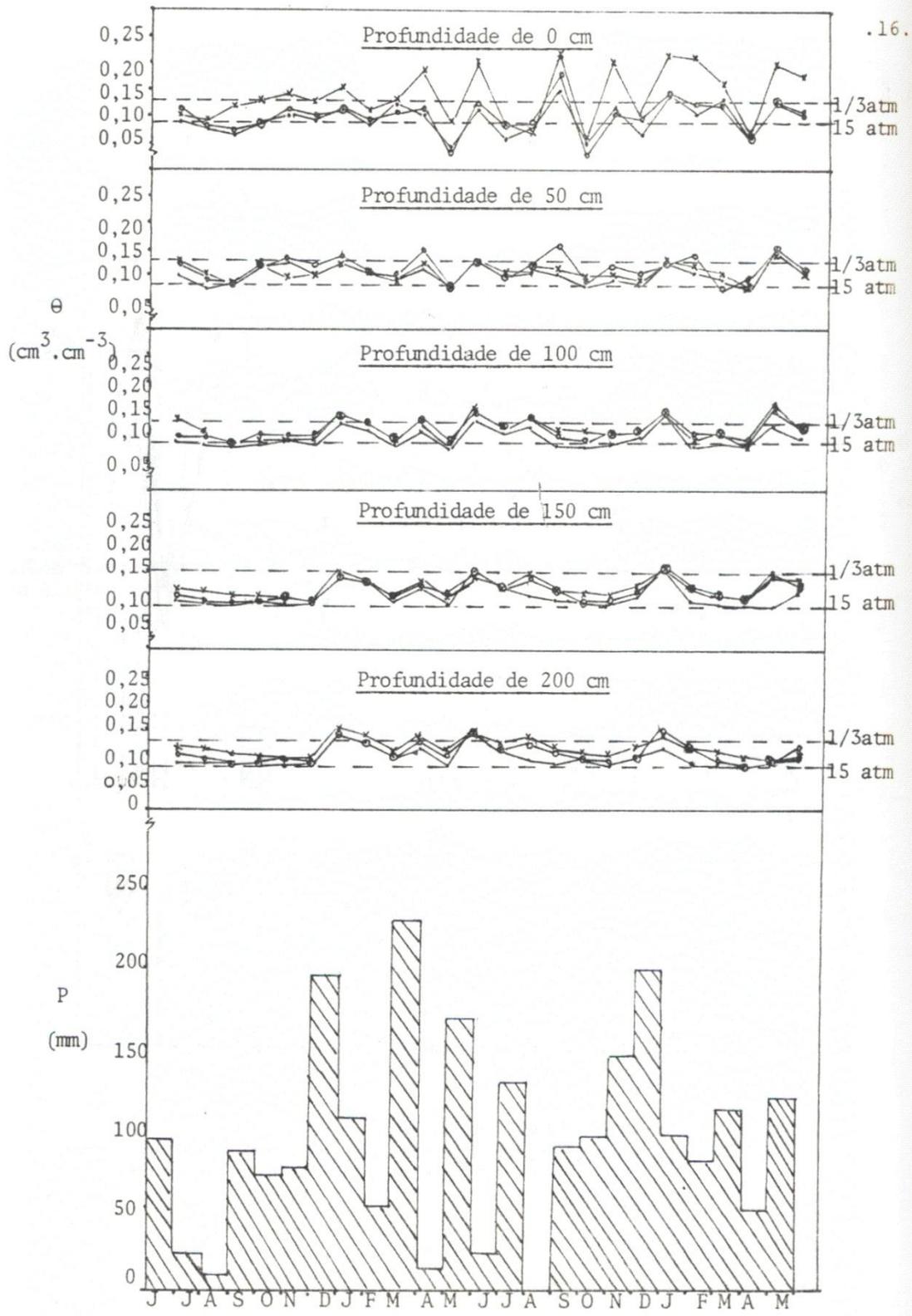
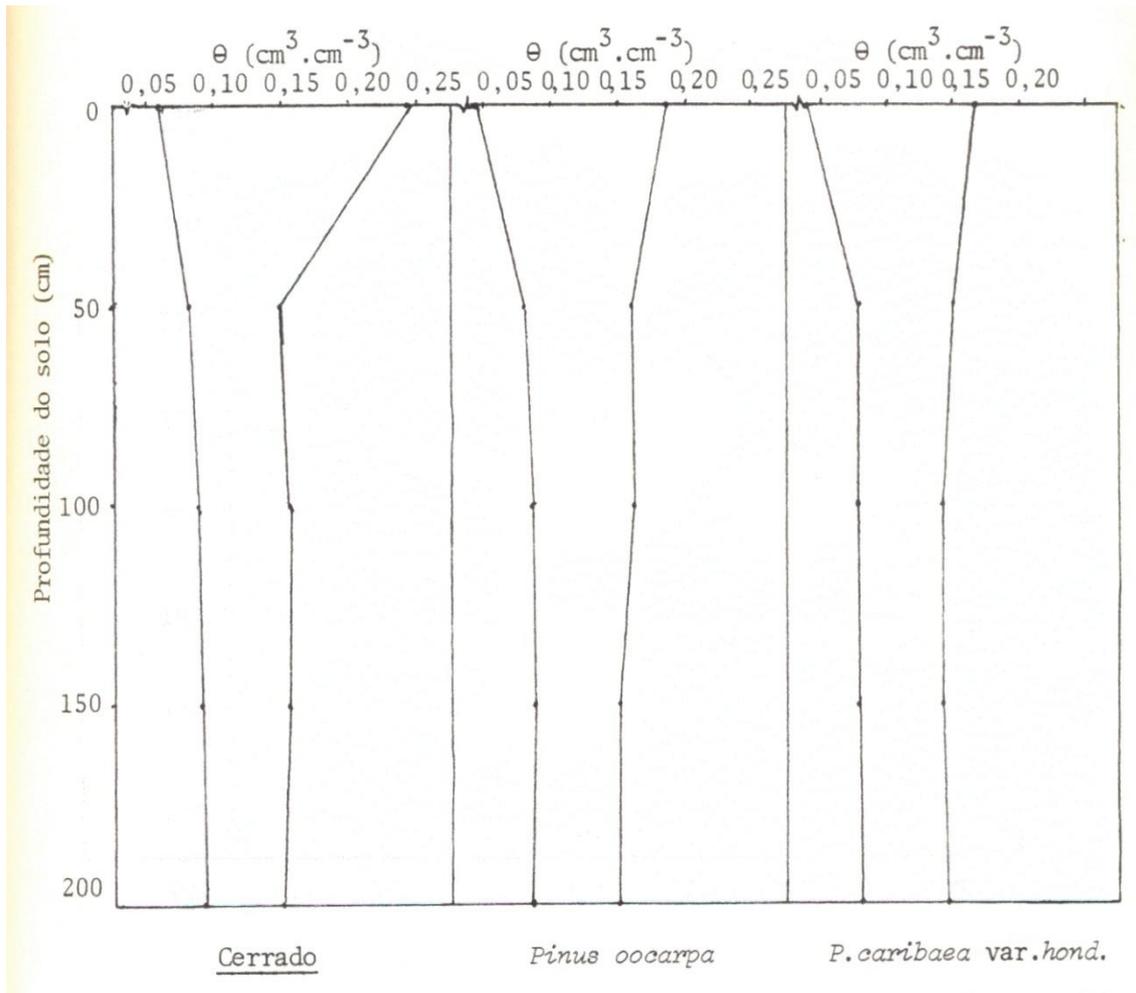


FIGURA 4: Variação mensal do conteúdo de umidade no solo nas diferentes profundidades.

\*-x Cerrado    o-o *Pinus oocarpa*    •-• *Pinus caribaea*



**FIGURA 5:** Variação máxima do conteúdo de água no solo para os 200 centímetros de perfil, durante o período de estudo (2 anos).

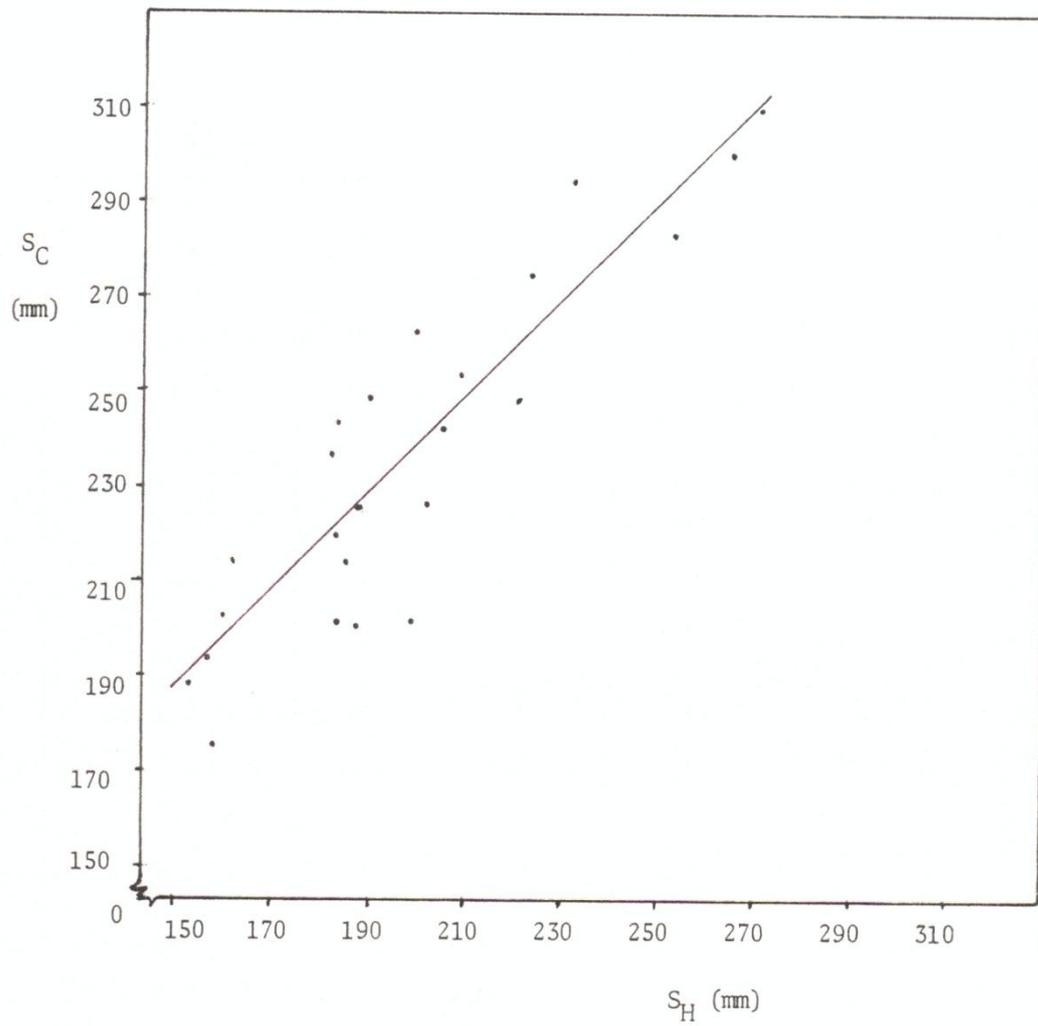


FIGURA 6: Comparação do total de água armazenada no perfil de 200 cm de solo (S) entre o Cerrado ( $S_C$ ) e a floresta de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ( $S_H$ ).

$$S_C = 33,54 + 1,03 S_H$$

$$r^2 = 0,81$$

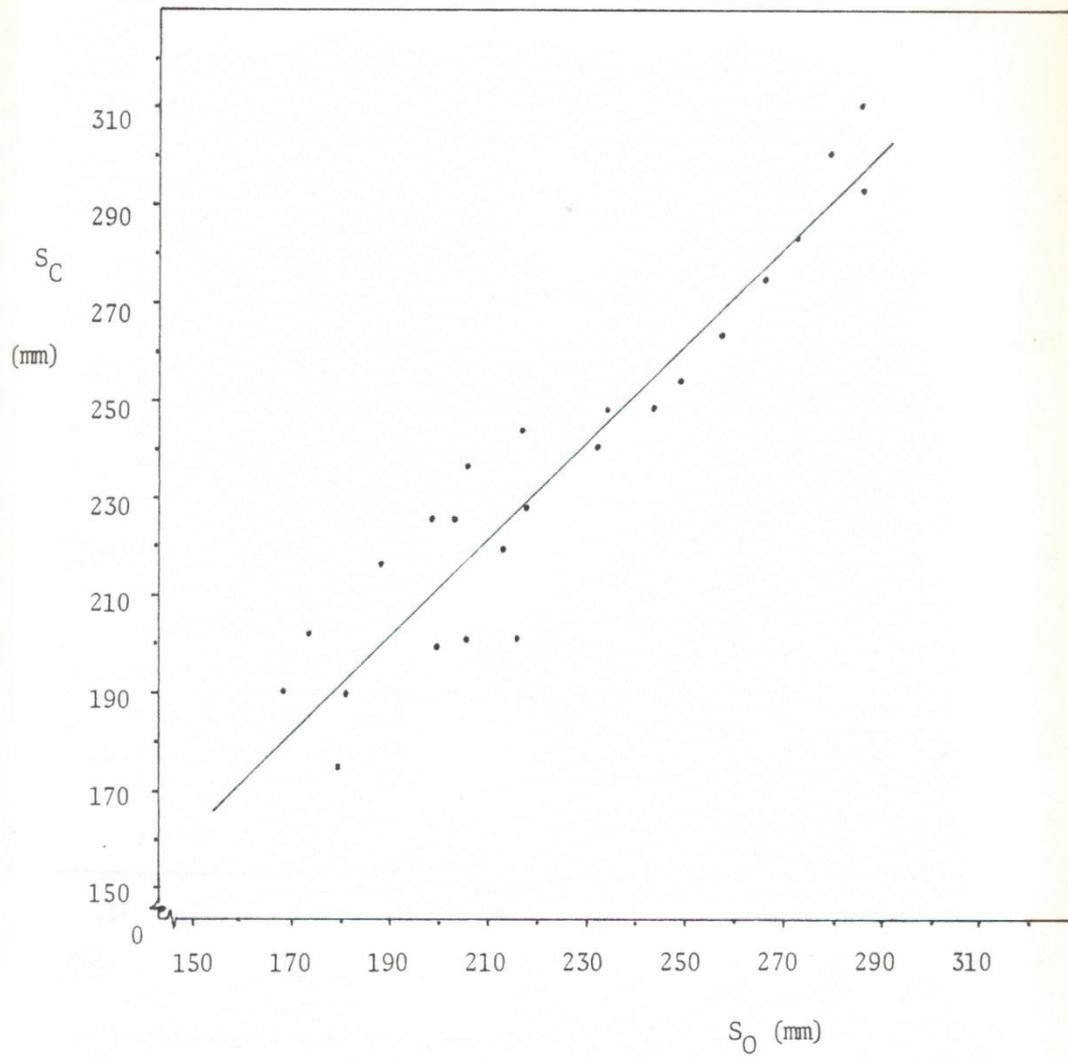


FIGURA 7: Comparação do total de água armazenada no perfil de 200 cm ( $S_0$ ) entre o cerrado ( $S_C$ ) e a floresta de *Pinus oocarpa* ( $S_0$ ).

$$\text{—} \quad \hat{S}_C = 19,33 + 0,97 S_0$$

$$r^2 = 0,89$$



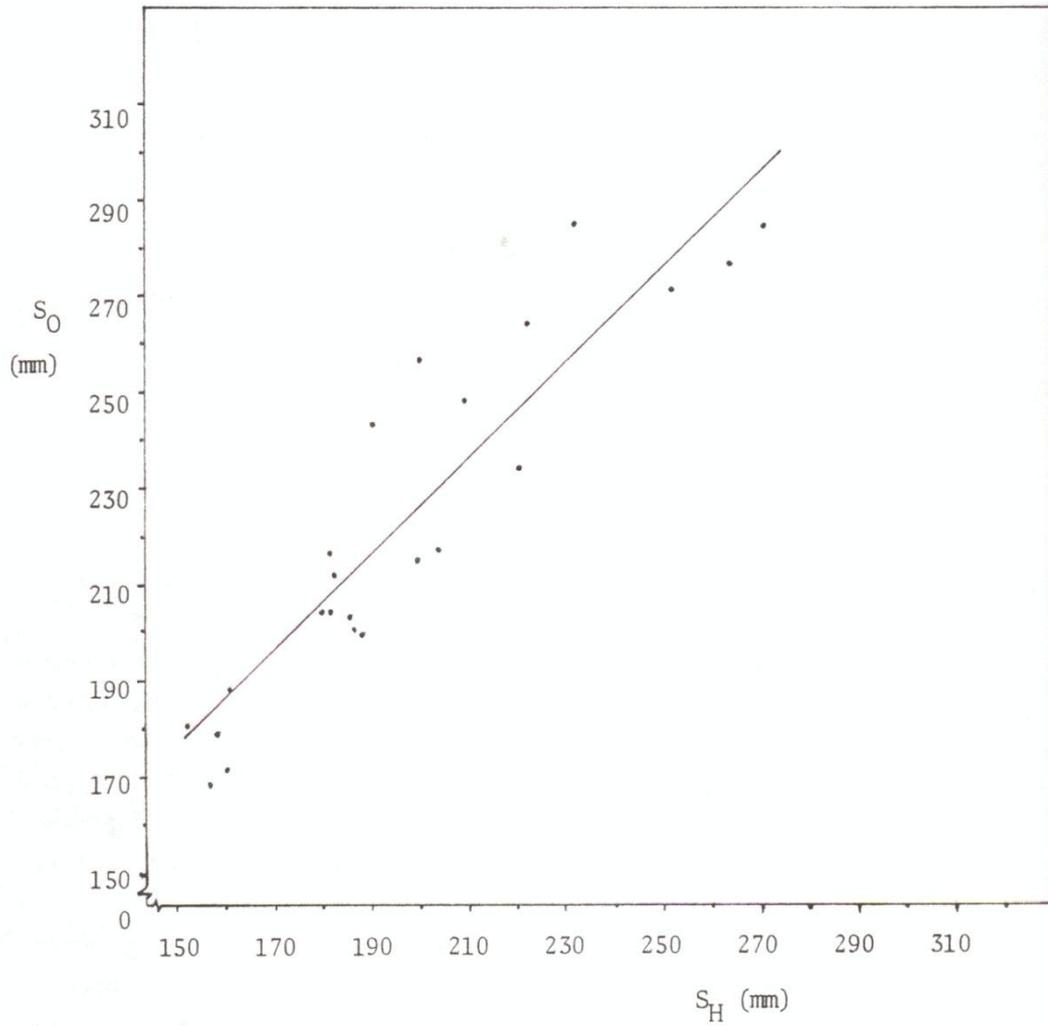


FIGURA 8: Comparação do total de água armazenada no perfil de 200 cm (S) entre as florestas de *Pinus oocarpa* ( $S_0$ ) e de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ( $S_H$ ).

$$S_0 = 21,60 + 1,02 S_H$$

$$r^2 = 0,84$$

### III. SUB-PROJETO 3

TÍTULO : Produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais.

OBJETIVOS: a) Estabelecer métodos adequados para a produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais; estudar as influências ambientais na produção de sementes; detectar as variações genéticas para floração e frutificação.

b) Conservação genética de populações-base de pinheiros tropicais através de bancos clonais e de ensaios de progênies.

c) Estudo tecnológico das sementes de pinheiros tropicais produzidas em nossas condições.

JUSTIFICATIVA: O estudo dos fatores que afetam a produção de sementes melhoradas tanto fisiológica como geneticamente é imprescindível para se completar um programa de melhoramento florestal. Como esses fatores são bastante variáveis tanto entre espécies como entre locais, os estudos que visam a detectar tais fatores são básicos para que a produção de sementes seja efetuada da forma mais adequada, e para que a auto-suficiência seja conseguida ao nível nacional.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: O projeto produção de sementes melhoradas de pinheiros tropicais envolve diferentes aspectos com diferentes metodologias e que podem ser assim resumidos: a) A formação de população-base para fins de conservação e de melhoramento genético foi efetuada para plantações importantes, tanto a partes de propagação vegetativa como de progênies de polinização livre. Esses ensaios visaram não só aos estudos de variação genética nas populações como à produção de sementes melhoradas. Estudos de propagação vegetativa foram importantes para possibilitar a instalação dos Bancos clonais e Pomares clonais. b) Os estudos de dispersão de pólen de *Pinus* visando ao conhecimento da forma com que o pólen caminha dentro de uma população e entre populações foram efetuados através de armadilhas de pólen e de uso de radio fósforo <sup>32</sup> P. No caso de armadilhas de pólen, foram utilizadas lâminas bezuntadas com vaselina despostas a diferentes distâncias da fonte de pólen e a diferentes alturas do solo. A contagem do número de pólen por unidade de área permitiu estabelecer modelos de dispersão de pólen. O uso de radiofósforo <sup>32</sup> P, injetando-se o elemento na árvore prestes a dispensar o pólen, permitiu a detecção do caminhamento do pólen.

Os ensaios de campo foram instalados em diversas regiões do Brasil potenciais aos pinus tropicais, ou seja: Agudos e Anhembi em São Paulo; Goiânia-GO, Sacramento-MG, Aracruz-ES e Esplanada-BA.

#### RESULTADOS:

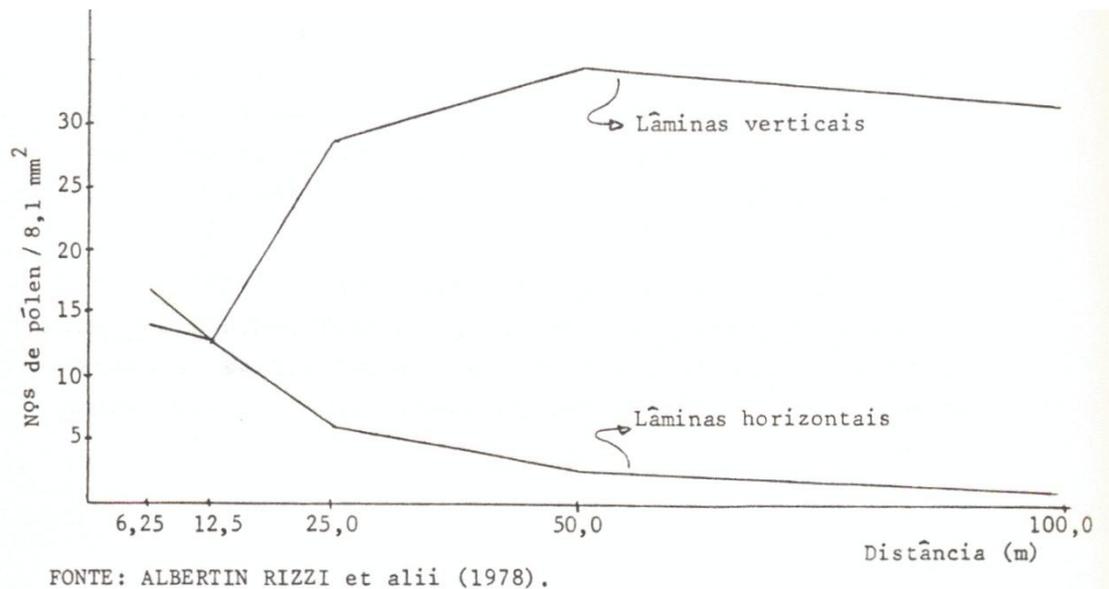
1. Em relação a enxertia de *Pinus kesiya* provenientes de duas procedências: Filipinas (1576 enxertos) e Vietnan (3101 enxertos) conclui-se: a) não houve diferença significativas quanto à sobrevivência dos enxertos das duas procedências: Filipinas (92,58%) e Vietnan (91,32%). b) Ocorreu um decréscimo na porcentagem de sobrevivência de acordo com o segmento do ramo-enxerto utilizado: terminal (60,4%),

meio (39,6%) e base (39,6%). c) Nas condições de enxertia de campo, somente a cobertura com “kraft” apresentou resultados insatisfatórios. Os demais (plástico, plástico + kraft e plástico + pano) apresentaram uma boa performance. Os resultados de viveiro foram superiores aqueles obtidos no campo. d) Observou-se diferenças marcantes na sobrevivência dos enxertos entre matrizes utilizadas. e) Constatou-se um melhor comportamento de propágulos tenros em relação aos lenhosos, quando enxertados em porta-enxertos lenhosos (Ver Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3).

2. Em relação aos ensaios de progênies de árvores superiores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, selecionadas em Casa Branca-SP, os resultados vem mostrando que até os 2 anos de idade, em 3 locais do Brasil, as progênies brasileiras tem se mostrado com comportamento igual ao das progênies de programa de melhoramento da Australia. (Tabela 3).

3. Os experimentos realizados sobre dispersão de pólen com diversas espécies de *Pinus* tropicais, através do uso de armadilhas coletoras, mostram que a quantidade de pólen à distância de 100 metros da fonte é bastante elevada, relevando que o isolamento das áreas produtoras de sementes de *Pinus* deve ser bem acima dessa distância. (Figura 1).

4. Através do uso de marcação de pólen com radiofósforo  $^{32}\text{P}$  conclui-se que o pólen de *Pinus oocarpa* caminha a uma distância superior a 300 metros, em quantidades consideráveis, no interior de uma população de *P. oocarpa* (Tabela 5).



FONTE: ALBERTINI RIZZI et alii (1978).

Figura 1 – Curvas de dispersão de pólen de *P. kesiya* Royle ex Gordon em função da distancia

Figure 1 – Patterns of pollen dispersion with distances.

TABELA 1. Sobrevivência dos enxertos de *Pinus kesiya* 90 dias após a enxertia (aptos para o plantio) – escala comercial.

TABLE 1. *Pinus kesiya* graft survival (%) 90 days after grafting-large scale.

Procedência Provenance	Número de clones Number of clones	Número inicial de enxertos Initial number of grafts	Número final de enxertos Final number of grafts	Sobrevivência Survival (%)
Vietnan	155	3.101	2.832	91,32
Filipinas	79	1.576	1.459	92,58
Total	234	4.677	4.291	91,74

TABELA 2. Sobrevivência dos enxertos de *Pinus kesiya* em função da posição dos ramos no material original (terminal, meio e base).

TABLE 2. *Pinus kesiya* graft survival in function on the scion position in the ramet.

Número da árvore Number of tree	POSIÇÃO DOS RAMOS SCION POSITION						Sobrevivência Survival (%)
	Terminal Apical		Meio Intermediary		Base Basal		
	Nº absoluto absolute number	%	Nº absoluto absolute number	%	Nº absoluto absolute number	%	
171	8	100,0	4	50,0	3	37,5	62,5
164	5	62,5	6	75,0	4	50,0	62,5
187	5	62,5	0	0	0	0	20,8
159	4	50,0	2	25,0	0	0	25,0
185	4	50,0	6	75,0	2	25,0	50,0
173	3	37,5	1	12,5	0	0	16,6
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>60,4</b>	<b>19</b>	<b>39,6</b>	<b>9</b>	<b>18,7</b>	<b>39,6</b>

OBS.: 8 enxertos para cada posição, efetuados por um único enxertador  
8 grafts were made for each position by operador.

TABELA 3. Sobrevivência (%) de enxertos de *Pinus kesiya* em função do tipo de cobertura utilizada na região de enxertia nas condições ambientais e sob sombreamento (50%)

TABLE 3. *Pinus kesiya* graft survival (%) in function of the graft cover under full sunlight and shading (50%).

Número do clone Number of clone	CONDIÇÕES CONDITIONS						Teste F (tratamentos) Test F (treatments)
	Viveiro (sombrite 50%) Shading (50%)		Campo Full sunlight				
	P	P + K	K	P	P + K	P + P	
141	-	90	0	80	20	80	47,32**
133	-	100	0	100	100	100	
114	-	100	0	80	60	80	
128	-	80	0	40	60	80	
117	-	90	0	60	60	80	
123	100	-	0	20	100	60	19,11**
151	100	-	0	80	40	80	
149	100	-	0	100	100	100	
143	100	-	0	20	60	60	
145	100	-	0	40	40	20	
<b>Média Mean</b>	<b>96</b>	<b>92</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>74</b>	

Legenda: P = Plástico  
Legend: = Polyethylene bag  
K = Papel Kraft  
Kraft paper bag

P + K = Plástico + Kraft  
Polyethylene + Kraft  
P + P = Plástico + pano (tecido não tramado)  
Polyethylene + unwoven cloth

\*\* Significativo ao nível de 1% probabilidade  
Significant at 1% probability level

TABELA 4 - Resultados de teste de progênie de árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. E Golf. Seleccionadas na Austrália.

TABLE 4 – Results of progeny trials of selected trees from Australia.

Procedência das Progênes	Tipo de Progênie	LOCAIS										
		T. FREITAS (BA)				ROMARIA (MG)				AGUDOS (SP)		
		Nº fa-mílias	Idade = 2 anos		%F	Nº fa-mílias	Idade = 2 anos		%F	Nº fa-mílias	Idade = 2 anos	
ALT.	DIAM.		ALT.	DIAM.			ALT.	%F				
Beerburunn Aust	“ortet”	4	2,66	5,00	0	2	2,35	3,48	0	7	3,31	1
Byfield Aust	“ortet”	16	2,50	4,88	1	17	2,44	3,56	3	22	3,33	1
Byfield Aust	“ramet”	17	2,50	4,86	0	10	2,37	3,55	3	14	3,27	3
Kenned-Landwel Aust	“ortet”	5	2,48	4,92	0	7	2,38	3,68	1	13	3,20	3
Casa Branca Brasil	“ortet”	5	2,54	4,87	0	3	2,51	3,52	6	5	3,36	5
Guatemala	commercial	2	2,57	4,66	0	1	1,93	2,53	39	3	3,17	4

FONTE: PINTO JR. et alli, 1980 (não publicado).

TABELA 5. Número de Lâminas que apresentaram pólen radiativo em relação à distância da árvore marcada. Total de treze coletas, realizadas de 06 de agosto a 02 de setembro de 1981.

Distância em metros	Total de lâminas	Lâminas com pólen marcado	Porcentagem de lâminas marcadas
0 -50	364	34	9,34
50-100	520	35	6,73
100-150	442	34	7,69
150-200	286	22	7,69
200-250	104	9	8,65
250-300	104	6	5,77
TOTAL	1820	140	$\bar{m} = 7,69$



#### IV. SUB-PROJETO 4

TÍTULO : Técnicas de Manejo e seu Relacionamento com a Produção e Qualidade da Madeira de Pinheiros Tropicais.

OBJETIVOS: Estudar o efeito do espaçamento e adubação nas diferentes espécies e sua influência na produção e qualidade da madeira.

Estudar o efeito das práticas de desrama e desbastes na população e na qualidade da madeira.

JUSTIFICATIVA: O valor da madeira no mercado está inteiramente relacionado às suas qualidades. Isto porque destas qualidades dependem as alternativas de utilização da madeira. Assim cada uso tem suas próprias exigências e a madeira, sua matéria prima, deve apresentar características que atendam esses padrões de qualidade.

Dessa forma a produção de madeira deve ser direcionada em moldes tais que permita alcançar o objetivo ou seja presente ao final as qualidades exigidas pelo mercado consumidor.

O manejo florestal deve usar, para isso, técnicas silviculturais apropriadas que permitam, por outro lado, a obtenção de altas produtividades de madeira da mais alta qualidade e, portanto, mais valorizada, de modo a viabilizar economicamente o empreendimento.

Como ferramentas mais importantes, cujos efeitos são mais significativos sobre a produtividade e a qualidade da madeira estão sendo realizados estudos sobre o espaçamento de plantio, a fertilização mineral e desrama x desbaste em povoamentos de pinus tropicais.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: Foram instalados quatro ensaios de campo, a saber:

Ensaio (1): Comportamento florestal de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e diversos espaçamentos;

(2): Efeitos da calagem e adubação fosfatada no desenvolvimento do *Pinus caribaea* var. *caribaea*; (3): Determinação da dosagem mais conveniente de fosfatos naturais e de calcário no cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea* (4) Efeito da intensidade de desrama e desbaste sobre a produção e qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*.

Os ensaios 1, 2 e 3 foram instalados na Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis do Departamento de Silvicultura em Anhembi (SP) e o ensaio 4 na Companhia Agro Florestal Monte Alegre em Agudos (SP).

#### RESULTADOS:

1. Para o Ensaio 1, os dados médios de altura total das plantas e diâmetro à altura do peito (DAP), aos 2 anos de idade, não revelaram diferenças significativas entre os tratamentos. Para os 4 anos a análise da variância revelou a existência de diferenças

altamente significativas entre os tratamentos (espécies e espaçamentos) para os parâmetros diâmetro, área basal, volume cilíndrico e falhas, não havendo efeito sobre a altura. Para o diâmetro já se registra efeito progressivo da abertura de espaçamento aumentando o crescimento em espessura das árvores. Entre as espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* está crescendo mais que o *Pinus oocarpa*, com diferença altamente significativa. Para o volume cilíndrico a tendência dos efeitos de espaçamento não é a mesma, pois enquanto os espaçamentos mais abertos aumentam o diâmetro das árvores, há, por outro lado, uma redução do número de árvores por unidade de área. Os tratamentos mais produtivos foram os espaçamentos menores (3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m) nas duas espécies. Entre elas o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi superior. A área basal segue a mesma tendência dos resultados. (Tabelas 1 e 2).

2. Para o Ensaio 2, com apenas um ano de idade, não houve tempo suficiente para maiores reações do crescimento aos tratamentos fertilizantes, fato que deverá ocorrer futuramente. Por outro lado já se notam certas tendências quanto à eficiência de alguns tratamentos. As plantas que receberam a dose 1 de calcário estão apresentando alturas maiores até esta idade. O mesmo está ocorrendo com o efeito do fósforo que em interação com o calcário, ambos na dose 1 apresentaram a maior altura à idade de 1 ano. Para os 2 e 4 anos de idade não houve diferença significativa entre os tratamentos, os crescimentos do diâmetro e altura tendem a ser mais altos nas doses 1 de fósforo e de calcário. (Tabelas 3 e 4).

3. Para o Ensaio 3, observa-se pelos resultados da análise da variância que não houve, até os 3 anos, qualquer efeito dos tratamentos de fertilização mineral aplicada no plantio de *Pinus caribaea* var. *caribaea* nas condições do experimento. (Tabelas 5 e 6).

4. Para o Ensaio 4, 1,5 anos após sua instalação não foram verificados efeitos significativos da desrama sobre o crescimento em diâmetro, área basal e produtividade volumétrica. Para o crescimento em altura verificou-se que o tratamento de desrama até a metade da altura total das árvores foi significativamente superior ao da desrama até 2 m. (Tabelas 7 e 10). Para o 8º ano das árvores foi obtido o fator de forma. Esse fator nas classes diametrais inferiores apresenta valores superiores a um padrão normal, isto provavelmente devido a estas árvores estarem dominadas por outras maiores.

Para o ensaio 4 até o primeiro desbaste de um total de três ou quatro (a cada estagnação do povoamento, até atingir-se o DAP médio de 40 cm), poderão ser feitas observações de caráter temporário. Pode-se observar que:

- i) o desbaste é feito em porcentagens crescentes (0, 15, 30 e 45%) e portanto o tempo gasto também é crescente e conseqüentemente os custos destas operações. (ii) os volumes extraídos de madeira são proporcionais aos percentuais de extração de árvores no desbaste. (iii) a poda, da mesma forma, conforme os tratamentos, é efetuada em alturas progressivas, portanto envolvendo um maior dispêndio de tempo proporcionalmente e assim, aumentando o seu custo. (iv) o melhor ou os melhores tratamentos deverão ser aqueles que apresentarem uma melhor relação entre a produtividade volumétrica conseguida e os custos envolvidos na sua obtenção. (v) não parece justificar análise estatística dada a evidência dos resultados.

Tabela 1. Dados médios por tratamento, aos 2 anos de idade.

TRATAMENTO	ESPÉCIE	ESPAÇAMENTO (m)	ALTURA MÉDIA	DIÂMETRO (DAP) MÉDIO (cm)
1	<i>Pinus oocarpa</i>	3 x 1,5	3,05	3,85
2	<i>Pinus oocarpa</i>	3 x 2,0	2,85	3,65
3	<i>Pinus oocarpa</i>	3 x 2,5	2,72	3,19
4	<i>Pinus oocarpa</i>	3 x 3,0	2,66	3,08
5	<i>Pinus oocarpa</i>	3 x 3,5	2,74	3,18
MÉDIA PARA A ESPÉCIE			2,80	3,38
6	<i>P. carib. hond.</i>	3 x 1,5	2,52	2,82
7	<i>P. carib. hond.</i>	3 x 2,0	2,39	2,59
8	<i>P. carib. hond.</i>	3 x 2,5	2,50	2,86
9	<i>P. carib. hond.</i>	3 x 3,0	2,62	3,07
10	<i>P. carib. hond.</i>	3 x 3,5	2,56	3,14
MÉDIA PARA A ESPÉCIE			2,51	2,89
MÉDIA GERAL			2,65	3,13

Tabela 2. Dados médios por tratamento, aos 4 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. Cil. (m <sup>3</sup> /ha)	Falhas (%)
1	9,39	6,97	12,46	126,29	13,19
2	9,96	7,02	13,52	100,88	7,64
3	10,44	7,29	11,93	92,10	9,03
4	10,89	7,20	11,05	86,81	7,64
5	11,25	7,44	9,84	76,97	6,25
6	10,84	8,04	21,17	178,70	2,08
7	11,37	7,93	17,49	143,99	2,08
8	11,19	7,06	13,60	100,78	1,39
9	11,51	7,39	11,87	90,07	2,08
10	11,93	7,55	10,91	85,73	2,78

Tabela 3. Altura média das plantas com 1 ano de idade.

TRATAMENTO	ALTURA (cm)
1 – N P <sub>0</sub> K CaMg <sub>0</sub>	56,62
2 – N P <sub>0</sub> K CaMg <sub>1</sub>	62,96
3 – N P <sub>0</sub> K CaMg <sub>2</sub>	55,94
4 – N P <sub>1</sub> K CaMg <sub>0</sub>	53,62
5 – N P <sub>1</sub> K CaMg <sub>1</sub>	64,01
6 – N P <sub>1</sub> K CaMg <sub>2</sub>	58,68
7 – N P <sub>2</sub> K CaMg <sub>0</sub>	55,17
8 – N P <sub>2</sub> K CaMg <sub>1</sub>	61,20
9 – N P <sub>2</sub> K CaMg <sub>2</sub>	58,94
10 – Testemunha (sem adubo)	57,38
MÉDIA GERAL	58,45

N – 50 g de Sulfato de Amonio por planta; K – 10 g de Cloreto de Potássio por planta; P1 – 170 g de Superfosfato Simples por planta; P2 – 340 g de Superfosfato Simples por planta; CaMg1 – 1,5 ton de Calcário Dolomítico/ha; CaMg2- 3,0 ton de Calcário Dolomítico/ha.

Tabela 4. Dados médios de diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico e falhas, aos 4 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. Cil. (m <sup>3</sup> /ha)	Falhas (%)
1	9,68	6,31	12,69	82,92	0,00
2	9,70	6,41	12,89	86,48	4,63
3	9,43	6,12	12,00	76,73	1,85
4	9,83	6,48	12,18	88,61	3,70
5	9,46	6,35	12,25	81,79	4,63
6	9,44	6,23	12,21	79,76	0,93
7	9,48	6,37	12,24	81,05	1,85
8	9,69	6,53	12,60	84,02	3,70
9	9,85	6,43	13,16	87,33	4,63
10	9,53	6,39	12,43	81,32	3,70

Tabela 5. Resultados de crescimento aos 16 meses de idade.

TRATAMENTOS	ALTURA (m)	% FALHAS
1 – Fosfato de Araxá – dose 0, Calcário – dose 0	0,97	6,25
2 – Fosfato de Araxá – dose 1, Calcário – dose 0	0,99	4,17
3 – Fosfato de Araxá – dose 2, Calcário – dose 0	0,91	14,58
4 – Fosfato de Araxá – dose 1, Calcário – dose 1	1,03	4,17
5 – Fosfato de Araxá – dose 1, Calcário – dose 2	0,91	8,33
6 – Superfosfato Simples - dose 1, Calcário – dose 1 + NK	0,95	18,73
7 – Superfosfato Simples - dose 1, Calcário – dose 0 + NK	0,99	4,17
8 - Superfosfato Simples - dose 1, Calcário – dose 1	1,02	6,25
9 – Termofosfato – dose 0, Calcário – dose 1	0,98	8,33
10 – Termofosfato – dose 1, Calcário – dose 1	0,96	10,41
11 – Termofosfato – dose 2, Calcário – dose 1	0,83	24,98
12 – Termofosfato – dose 2, Calcário – dose 0	0,94	12,50
13 – Termofosfato – dose 2, Calcário – dose 0	0,93	10,42
MÉDIA	58,45	10,25

A dose 1 de fósforo corresponde a 20 g de  $P_2O_5$  por planta, ou seja: 300 g de Fosfato de Araxá, ou 300 g de Superfosfato Simples, ou 100 g de Termofosfato. A dose 1 de calcário dolomítico – 1,5 ton/ha. A dose 2 em todos os casos é o dobro. N – 50 g de Sulfato de Amonio por planta. K – 10 g de Cloreto de Potássio por planta.

Tabela 6. Dados médios de diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico e falhas aos 3 anos de idade.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. Cil. (m <sup>3</sup> /ha)	Falhas (%)
1	4,93	3,27	3,60	13,20	6,25
2	4,90	3,11	3,47	11,76	8,33
3	3,85	2,71	2,34	7,32	10,42
4	5,21	3,35	3,98	14,37	4,17
5	4,60	3,00	3,29	11,45	12,50
6	4,43	2,95	3,09	10,51	16,67
7	4,76	3,08	3,40	12,00	6,25
8	5,01	3,19	3,69	12,98	8,33
9	5,31	3,26	4,15	14,70	6,25
10	4,88	3,09	3,47	11,95	14,58
11	4,05	2,64	2,48	7,53	25,00
12	4,56	3,07	3,11	10,91	12,50
13	3,94	2,88	2,45	8,42	8,33

(1) Desrama até 2 m e sem desbaste; (2) Desrama até 2 m e com desbaste a 15% do número de árvores; (3) Desrama até 2 m e com desbaste a 30% do número de árvores; (4) Desrama até 2 m e com desbaste a 45% do número de árvores; (5) Desrama a 1/3 da altura média e sem desbaste; (6) Desrama a 1/3 da altura média e com desbaste a 15% do número de árvores; (7) Desrama a 1/3 da altura média e com desbaste a 30% do número de árvores; (8) Desrama a 1/3 da altura média e com desbaste a 45% do número de árvores; (9) Desrama a 1/2 da altura média e sem desbaste; (10) Desrama a 1/2 da altura média e com desbaste a 15% do número de árvores; (11) Desrama a 1/2 da altura média e com desbaste a 30% do número de árvores; (12) Desrama a 1/2 da altura média e com desbaste a 45% do número de árvores; (13) Desrama e desbaste sistema CAFMA.

## V. SUB-PROJETO 07

TÍTULO : Influência dos fungos ectomicorrízicos no desenvolvimento de pinheiros tropicais.

OBJETIVOS: Desenvolver técnicas de isolamento, de cultivo e de inoculação de fungos ectomicorrízicos.

Pesquisar a formação de ectomicorrizas e seu efeito no crescimento de mudas de pinheiros tropicais em solos de recipientes e canteiros de semeadura infestados artificialmente com fungos ectomicorrízicos.

Estudar o efeito de fungos ectomicorrízicos e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de plantas de pinheiros tropicais em condições de campo.

Conduzir os levantamentos iniciais dos fungos ectomicorrízicos em espécie de *Pinus* no Brasil.

JUSTIFICATIVA: Entre os fatores básicos que determinam a produtividade das espécies de *Pinus*, devem ser obrigatoriamente considerados os fungos formadores de micorrizas, cujo efeito benéfico no crescimento das árvores é bastante conhecido. O fracasso na introdução de pinheiros tem sido observado em varias partes do mundo pela ausência de micorrizas. Nas condições brasileiras, o papel desses fungos assume significância especial, uma vez que tais organismos não são indígenas nos solos brasileiros. Nas novas frentes de reflorestamento com pinheiros tropicais que se desenvolvem notadamente nas áreas de cerrado da região centro-oeste e nas áreas do litoral leste do Brasil, torna-se essencial a introdução dos fungos micorrízicos, através da inoculação artificial das mudas no viveiro.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: A produção de inoculo dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* (isolado nº 201) e *Pisolithus tinctorius* foi realizada de acordo com a metodologia preconizada por MARX e BRYAN (1975) e modificada por TOMAZELLO Fº (1980). Os ensaios de viveiro foram instalados no Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP e no município de Caravelas (BA). As espécies de pinheiros tropicais testadas foram *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. kesiya*. Foram conduzidas avaliações quantitativas da micorrização no sistema radicular das mudas para verificar a eficiência da infestação artificial do solo com os fungos ectomicorrízicos. O efeito dos fungos micorrízicos no desenvolvimento das mudas foi avaliado através da medição da altura do caule, comprimento do sistema radicular, diâmetro do colo. Para alguns ensaios foram determinados o peso seco das raízes e do caule, bem como teores de elementos minerais nessas partes vegetais.

Os ensaios de campo foram instalados nos municípios de Brotas (SP) e Caravelas (BA). No primeiro local foi avaliada a sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. kesiya* com ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* e *P. tinctorius*. No segundo local, para *P. caribaea* var. *bahamensis*, avaliou-se, também, o efeito da fertilização mineral.

Os levantamentos visando identificar os fungos ectomicorrízicos associados com espécies de *Pinus*, foram conduzidos em condições de viveiro e de campo, em locais que compreenderam seis estados brasileiros.

## RESULTADOS:

1. No primeiro ensaio conduzido em condições de viveiro em Piracicaba verificou-se que a infestação do solo com *T. terrestris* e *P. tinctorius* afetou significativamente o crescimento das plantas. Os tratamentos micorrízicos resultaram em maior acúmulo de biomassa, caracterizado pelo acréscimo em altura do caule e no comprimento da raiz principal. Não foram verificadas diferenças significativas para a relação caule/raiz para as médias de *Pinus oocarpa* (Tabela 1).

2. No segundo ensaio, conduzido em condições de viveiro em Caravelas, verificou-se que os tratamentos micorrízicos com *T. terrestris* e *P. tinctorius* promoveram acréscimos significativos no crescimento das mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis*: os valores de altura do caule, diâmetro do colo e peso seco foram estatisticamente superiores à testemunha. Para o crescimento das mudas não foram observadas diferenças significativas entre os dois fungos testados (Tabela 2), que apresentavam quantidades de ectomicorrizas com valores próximos (Tabela 3). Com respeito à concentração de elementos minerais, a análise química mostrou algumas diferenças significativas entre os diversos tratamentos micorrízicos (Tabela 4).

3. No ensaio de campo conduzido em Brotas (Ensaio A), após 17 meses de cultivo, as mudas de *P. oocarpa* apresentaram diâmetro do colo, altura do caule e índices de volume significativamente superiores às mudas com ectomicorrizas formadas por *T. terrestris* e outros fungos micorrízicos não identificados. Apesar da sobrevivência das mudas com ectomicorrizas de *P. tinctorius* ser maior do que a dos demais tratamentos, não foi detectada significância entre os valores obtidos, exceto para a testemunha (Tabela 5).

No Ensaio B, para *P. oocarpa* o tratamento micorrízico com *P. tinctorius* promoveu, após 17 meses de cultivo, crescimento superior à testemunha comercial. Para *P. caribaea* var. *hondurensis* as mudas testemunha (com micorrizas formadas predominantemente por *T. terrestris*) foram significativamente maior que as mudas da testemunha comercial. Ocorreu, também, uma ligeira superioridade, embora não significativa, das mudas testemunha em relação às mudas com *P. tinctorius*.

Para *P. kesiya* não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. (Tabela 6).

4. Para o ensaio de campo, instalado em Caravelas, os tratamentos de inoculação micorrízica com *T. terrestris* e *P. tinctorius* e de fertilização mineral determinaram efeitos significativos no crescimento (Figuras 1 e 2) e na sobrevivência das mudas de *P. caribaea* var. *bahamensis* (Tabela 7), no segundo ano. Dentre os tratamentos com fungos ectomicorrízicos, verificou-se que *P. tinctorius* foi significativamente superior a *T. terrestris*, somente nas parcelas fertilizadas. Isto vem demonstrar que a resposta à fertilização não depende somente da existência da micorriza mas, também, da espécie do fungo envolvido na associação.

Nas avaliações conduzidas no terceiro ano, o efeito positivo dos fungos ectomicorrízicos foi observado para os incrementos volumétricos das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (Tabela 8).

5. Dentre os fungos ectomicorrízicos que se associam com espécies de *Pinus* foram identificados: *Thelephora terrestris*, *Scleroderma* sp, *Suillus* (*Boletus*) sp, *Rhizopogon* sp.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Tecnologia de inoculação micorrízica em viveiro de *Pinus* spp IPEF, Circular Técnica, Piracicaba (71): 1-5. 1979.

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Influência de fungos micorrízicos no desenvolvimento de pinheiros tropicais. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (7): 41-45. 1979.

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Efeitos dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em condições de campo, no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21): 41-51. 1980.

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Ocorrência de micorrizas com espécies de *Pinus* e identificação dos fungos associados. IPEF, Circular Técnica. Piracicaba (139): 1-7. 1981.

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Efeitos dos fungos ectomicorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral no crescimento e sobrevivência de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em condições de campo. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (11): 19-27. 1982.

KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. Ocorrência de micorrizas com espécies de *Pinus* e identificação dos fungos associados. Boletim Informativo PPT, Piracicaba 1982.

MARX, D.H.; W.C. BRYAN. Growth and ectomycorrhizal development of loblolly pine seedlings in fumigated soil infested with the fungal symbiont. Forest Science. Washington, (21): 245-54. 1975.

TOMAZELLO Fº, M. Influência dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no desenvolvimento de espécies tropicais de espécies tropicais de *Pinus*. Tese. Doutorado. ESALQ-USP. 116 p. 1980.

TOMAZELLO Fº, M.; T.L. KRUGNER. Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em solo de viveiro infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no litoral sul da Bahia. IPEF, Piracicaba (21): 21-38. 1980.

TOMAZELLO Fº, M.; T.L. KRUGNER. Formação de ectomicorrizas e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. kesiya* em solo

infestado artificialmente com *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Summa Phytopathologica, Piracicaba. 7 (3/4): 73-85. 1981.

TOMAZELLO Fº, M.; T.L. KRUGNER. Aspectos da associação micorrízica em *Pinus* spp. IPEF, Série Técnica. Piracicaba. (9): 1-36. 1982.

TOMAZELLO Fº, M.; A.P.M. GALVÃO; H.T.Z. do COUTO. O projeto pinheiros tropicais: resultados alcançados. IPEF, Circular Técnica, Piracicaba (145): 1982 (no prelo).

Tabela 1. Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, após seis meses de cultivo em laminados com solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Os valores são médias de quatro repetições (\*)

Tratamentos micorrízicos	Altura do caule (cm)	Comprimento da raiz principal (cm)	Relação altura do caule/comprimento da raiz
<i>Thelephora terrestris</i>	17,4a	19,5a	0,89a
<i>Pisolithus tinctorius</i>	17,0a	19,7a	0,87a
Testemunha (sem infestação artificial)	15,9b	17,9b	0,89a

\* Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: TOMAZELLO F°, M.; T.L. KRUGNER. 1981.

TABELA 2. Crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Os valores são médias de cinco repetições (\*)

Tratamentos micorrízicos	Altura do caule (cm)	Diâmetro do colo (cm)	Peso seco (g)			
			Acículas	Caule	Raiz	Total
<i>T. terrestris</i>	8,3a	2,2a	0,533a	0,081a	0,087a	0,701a
<i>P. tinctorius</i>	9,1a	2,1a	0,534a	0,097a	0,077a	0,708a
Testemunha(sem infestação artificial)	5,3b	1,8b	0,293b	0,036b	0,051b	0,380b

\* Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

FONTE: TOMAZELLO F°.; T.L. KRUGNER. 1980.

TABELA 3. Formação de ectomicorrizas (\*) em mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Os valores são médias de cinco repetições (\*\*)

Tratamentos micorrízicos	Micorrizas formada por	
	<i>Thelephora terrestris</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>
<i>T. terrestris</i>	75,2b	0,0a
<i>P. tinctorius</i>	0,0a	73,3b
Testemunha(sem infestação artificial)	5,4a	0,0a

(\*) Avaliada visualmente com base na porcentagem de raízes laterais curtas que apresentavam-se micorrizadas.

(\*\*) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P = 0,05)

FONTE: TOMAZELLO F°, M; T.L. KRUGNER. 1980.

TABELA 4. Concentração de elementos minerais nas acículas, caule e raízes de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* após sete meses de cultivo em solo infestado artificialmente com os fungos micorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*. Os valores são médias de três repetições (\*)

Partes vegetais	Tratamentos micorrízicos	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	Na ppm
Acícula	<i>T. terrestris</i>	0,81a	0,24a	0,95a	0,44a	0,22a	<0,05a	2.639,69a	4,46ab	205,76a	114,58a	541,68a
	<i>P. tinctorius</i>	0,96a	0,15a	0,71b	0,42a	0,26ab	<0,05a	1.907,52a	4,98a	105,38a	105,38a	993,41a
	Testemunha	0,67a	0,18a	1,10a	0,36a	0,29b	<0,05a	1.628,13a	2,88b	381,29b	131,61b	892,11a
Caule	<i>T. terrestris</i>	0,45a	0,17a	0,93a	0,27a	0,22a	<0,05a	1.387,28a	4,46a	86,97a	86,97a	808,53a
	<i>P. tinctorius</i>	0,51a	0,16a	0,74b	0,34a	0,26ab	<0,05a	1.445,09a	4,98a	86,51a	86,51a	988,35a
	Testemunha	0,41a	0,21a	1,10a	0,54a	0,29b	<0,05a	1.377,65a	2,36b	121,17a	125,17b	1.052,08a
Raiz	<i>T. terrestris</i>	0,40a	0,32a	0,40a	0,34a	0,17a	<0,05a	5.359,33a	6,56a	34,94a	205,76a	2.015,00a
	<i>P. tinctorius</i>	0,49a	0,18b	0,44a	0,40a	0,18a	<0,05a	3.964,18b	7,60a	38,23a	105,38a	2.787,45b
	Testemunha	0,29a	0,25ab	0,50a	0,19a	0,18a	<0,05a	5.727,52a	4,46b	52,77a	381,29b	2.186,46a

(\*) Em cada coluna, para cada parte vegetal, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey (P = 0,05)

FONTE: TOMAZELLO F°, M; T.L. KRUGNER. 1980.

TABELA 5 – Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* com micorrizas formadas por *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor constitui na média de quatro repetições com originalmente 12 mudas por repetição (+).

Mudas com micorrizas formadas por (++)	Sobrevivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índice de volume (+++)	
				Planta (cm <sup>3</sup> )	Parcela (cm <sup>3</sup> )
<i>T. terrestris</i>	77,1 ac	2,60 a	1,32 a	9,00 a	83,96 a
<i>P. tinctorius</i>	91,7 c	3,68 b	1,77 b	25,46 b	291,75 b
Inóculo natural (Testemunha)	72,9 a	2,58 a	1,24 a	8,31 a	72,49 a
Inóculo natural (Testemunha comercial)	75,0 ac	2,70 a	1,35 a	10,01 a	91,67 a

(+) Em cada coluna, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey.

(++) Testemunha: Mudas selecionadas do ensaio do viveiro, com menos de 20% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural;

Testemunha comercial: mudas produzidas em viveiro, com 35 – 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados;

(+++) Índice de volume de planta = (diâmetro do colo)<sup>2</sup> x altura do caule/100;

Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

FONTE: TOMAZELLO F<sup>o</sup>, M. 1980.

TABELA 6 – Sobrevivência e crescimento de mudas de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, obtidas em solo artificialmente infestado com *Pisolithus tinctorius* e naturalmente com *Thelephora terrestris* e outros fungos não determinados, após 17 meses de cultivo no campo, em Brotas, SP. Cada valor consistiu na média de cinco repetições, com originalmente 15 mudas por repetição (+).

Espécies vegetais	Tratamentos <sup>(++)</sup> micorrízicos	Sobre-vivência (%)	Diâmetro do colo (cm)	Altura do caule (m)	Índice de volume (+++)	
					Planta (cm <sup>3</sup> )	Parcela (cm <sup>3</sup> )
<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	93,3 a	4,2 a	2,06 a	37,10 a	522,48 a
	Testemunha	93,3 a	3,8 ab	1,87 ab	27,62 ab	387,94 ab
	Testemunha comercial	85,3 a	3,4 b	1,65 b	19,63 b	250,94 b
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	90,7 a	5,0 ab	1,73 ab	44,14 ab	607,65 ab
	Testemunha	97,3 a	5,4 a	1,87 b	54,88 b	788,40 b
	Testemunha comercial	90,7 a	4,5 b	1,52 a	31,31 a	425,37 a
<i>Pinus khasya</i>	<i>Pisolithus tinctorius</i>	86,7 a	2,9 a	1,02 a	9,68 a	132,12 a
	Testemunha	84,0 a	3,0 a	1,06 a	10,25 a	134,50 a

(+) Em cada coluna, para cada espécie, médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey.

(++) Testemunha: mudas do ensaio do viveiro com micorrizas formadas predominantemente por inóculo natural de *T. terrestris*;

Testemunha comercial: mudas produzidas rotineiramente no viveiro, com 35 – 40% das raízes laterais curtas com micorrizas formadas por inóculo natural de fungos não identificados;

(+++) Índice de volume de planta = (diâmetro do colo)<sup>2</sup> x altura do caule/100;

Índice de volume de parcela = volume de planta x número de plantas sobreviventes.

FONTE: TOMAZELLO Fº, M. 1980.

TABELA 7. Sobrevivência (%) de mudas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* sob o efeito dos fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris*, fertilizadas ou não com adubo mineral, durante o período de 24 meses após o plantio. Os dados são médias de 4 repetições (parcelas), cada uma com 25 plantas originalmente.

Tratamentos micorrízicos	Período decorrido após o plantio		
	6 meses	12 meses	24 meses
SEM FERTILIZAÇÃO			
Testemunha*	88	65a	52a
<i>T. terrestris</i>	96	92b	92b
<i>P. tinctorius</i>	96	96b	93b
COM FERTILIZAÇÃO**			
Testemunha*	88	83a	82a
<i>T. terrestris</i>	96	93a	93a
<i>P. tinctorius</i>	100	97a	97a

\* Testemunha = mudas originalmente sem micorrizas

\*\* Aplicação por cobertura de 170g de NPK (5:33:6), 2,2g de bórax e 3,4g de ZnSO<sub>4</sub> por planta, 40 dias após o plantio.

Média dos tratamentos micorrízicos, para cada período e dentro de cada nível de fertilização, seguidas da mesma letra, não são significativamente diferentes, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

FONTE: KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO F°. 1980.

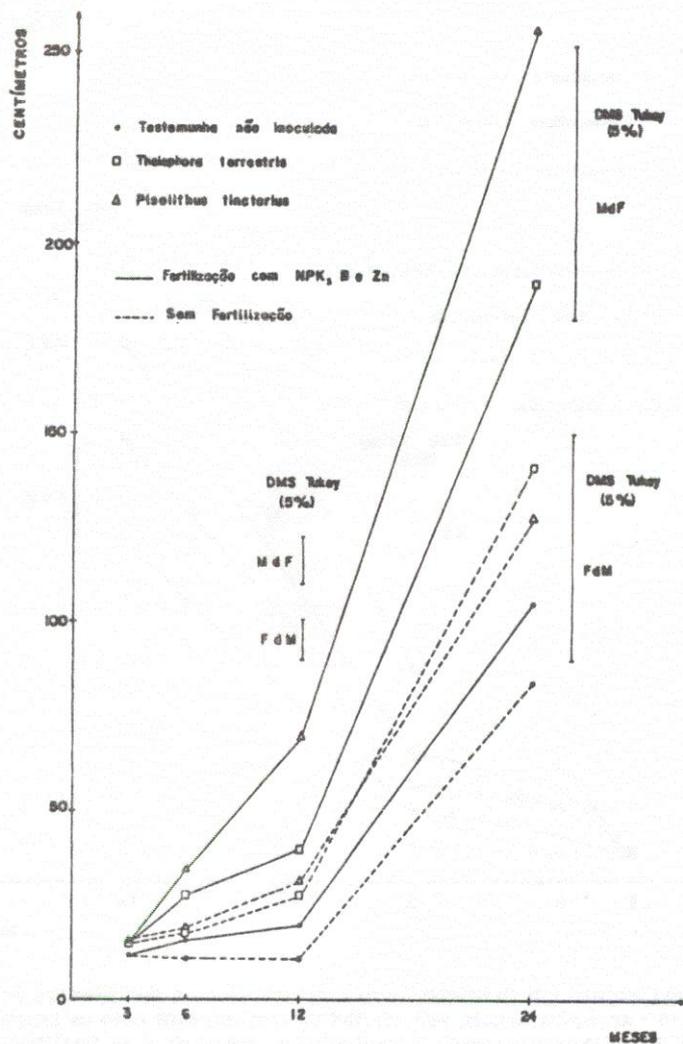


FIGURA 1. Crescimento em altura (cm) das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob efeitos de tratamentos com os fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: MdF (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro dos tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

FONTE: KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO F°. 1980.

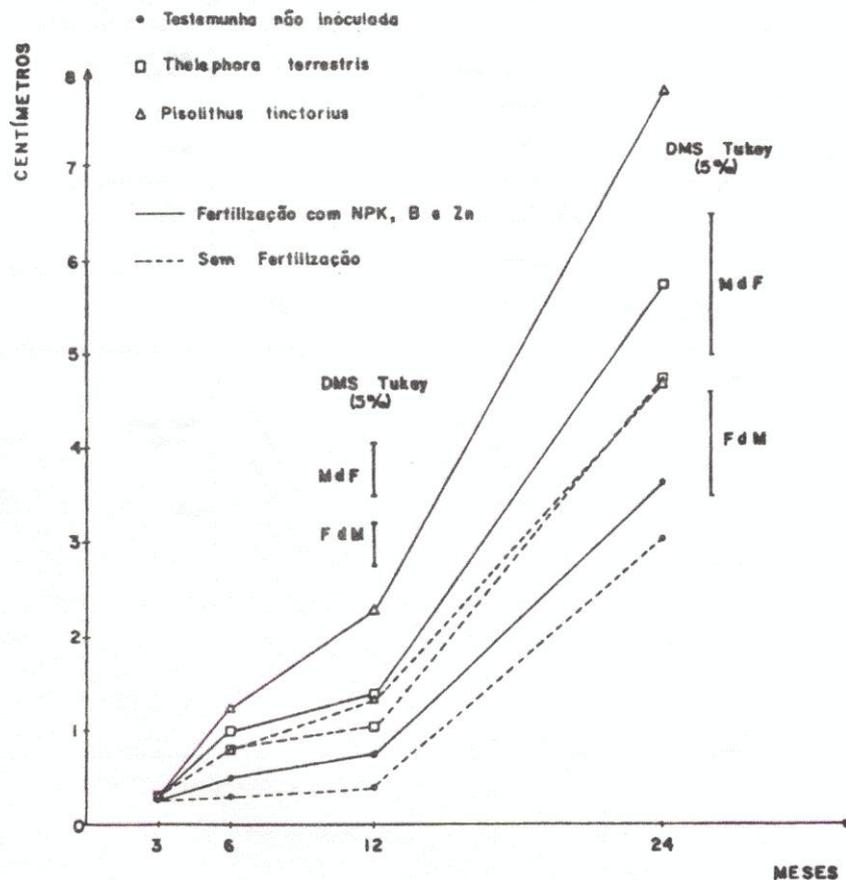


FIGURA 2. Crescimento em diâmetro (cm) à altura do colo das plantas de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, sob efeitos de tratamentos com os fungos micorrízicos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris* e de fertilização mineral, após 24 meses no campo. A significância estatística das diferenças entre as médias dos tratamentos, através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, pode ser verificada através das barras verticais: MdF (comparação de médias de tratamentos micorrízicos dentro dos tratamentos de fertilização) e FdM (comparação de médias de tratamentos de fertilização dentro de tratamentos micorrízicos).

FONTE: KRUGNER, T.L.; M. TOMAZELLO Fº. 1980.

## VI. SUB-PROJETO 11

TÍTULO : Secagem acelerada da madeira de pinheiros tropicais em secadores industriais.

OBJETIVOS: Elaboração de programas acelerados de secagem para madeiras de pinheiros tropicais que reduzindo o período de tempo despendido na secagem permitam o giro mais rápido do material estocado e melhorem algumas características de uso da madeira.

JUSTIFICATIVA: A transformação de madeira bruta em produtos e bens de consumo requer a sua secagem prévia, que, além, da redução de peso diminuindo custos de transporte, proporciona as seguintes vantagens quando efetuada racionalmente:

Reduz a movimentação dimensional a limites aceitáveis. Como conseqüências as peças da madeira podem ser produzidas com maior precisão de dimensões proporcionando melhor serviço; melhora o desempenho dos vernizes e tintas aplicadas sobre a madeira; melhora a qualidade das juntas de colagem dos produtos de madeira; propicia a impregnação eficiente com preservativos e produtos ignífugos; diminui os riscos do ataque de fungos apodrecedores e manchadores; aumenta a resistência mecânica.

Deve-se ainda considerar que alguns dos benefícios da secagem podem ser acentuados quando se utilizam os secadores ou estufas, dentre os quais os seguintes devem ser mencionados: o período de tempo dispendido na secagem é reduzido, proporcionando um giro mais rápido do capital investido na madeira bruta em estoque; minimiza os defeitos de secagem, rachaduras, empenamentos, encanoamentos, quando um programa adequado é utilizado; destrói fungos e/ou insetos presentes na madeira; permite reduzir a área destinada ao armazenamento de madeira; possibilita obter teores de umidade mais baixos do que aqueles alcançados pela secagem ao ar.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: As secagens foram efetuadas em um secador Hildebrand, de laboratório, com capacidade de 0,1 m<sup>3</sup> e controle automático HD 4004V, com velocidade de circulação do ar de 2,5 e 4,0 m/s. Cada carga era constituída de 27 peças, com dimensões individuais de 2,5 cm x 10,0 cm x 50,0 cm, dispostas em 9 camadas separadas por tabiques com 1,3 cm de espessura.

O acompanhamento da secagem em estufa foi efetuado através de determinadores elétricos de umidade conectados nas 4 amostras de controle. A secagem ao ar foi acompanhada de acordo com as recomendações de RASMUSSEN (1961).

Foram adotados 2 programas para a secagem artificial. O primeiro é tradicional, sugerido por PRATT (1974); o segundo é ligeiramente mais drástico, sendo uma aceleração do primeiro.

O gradiente de umidade e o desenvolvimento de tensões foi determinado seguindo-se a metodologia descrita por McMILLEN (1955).

RESULTADOS: Os principais resultados obtidos nos experimentos conduzidos são:

- a) A secagem da madeira de *Pinus*, seguindo-se um programa drástico, reduziu em 35% o tempo gasto em uma secagem tradicional, partindo-se de uma umidade inicial de 120% (conforme Quadro 1);
- b) O programa drástico ou acelerados pode ser utilizado industrialmente para secar madeira com 2,5 cm de espessura, desde que o produto final não exija madeira rigorosamente isenta de defeitos.
- c) O aparelhamento superficial não reduziu significativamente o tempo de secagem, porém contribui para evitar o aparecimento de rachaduras na superfície da madeira.
- d) a evolução do gradiente de umidade durante a secagem da madeira de *P. caribaea* var. *hondurensis* caracteriza a espécie como sendo permeável (Figura 1);
- e) um dos métodos viáveis para acelerar a secagem da madeira de *P. caribaea* var. *hondurensis* é a utilização de velocidade de circulação do ar elevadas, na remoção da água capilar;
- f) não foi possível determinar o padrão de tensões típico para a espécie, provavelmente devido às características da madeira utilizada;
- g) O programa tradicional é adequado para a madeira de *Pinus*, conforme pode ser verificado na curva de secagem da Figura 2;

Com base nos resultados pode-se ainda sugerir:

- a) que seja estudado mais profundamente o desenvolvimento de tensões, verificando qual a influência das características da madeira e o seu relacionamento com as condições de secagem;
- b) a utilização do programa apresentado no Quadro 2 para a secagem acelerada da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JANKOWSKY, I. P. 1980. Efeito do aparelhamento e do tratamento preservativo superficial na secagem da madeira de *Pinus* spp. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, 109: 1-11.
- JANKOWSKY, I. P. & E. Z. HENRIQUEZ. – Gradiente de umidade e desenvolvimento de tensões na secagem artificial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Encontro Nacional de Secagens, 3 Viçosa. 1981.
- McMILLEN, J. M. 1955. Drying stresses in red oak. Forest Products Journal, Madison, 5(2): 71-6.
- PRATT, G. H.. 1974. Timber drying manual. Department of environment, London, 152 p.
- RASMUSSEN, E. F. 1968. Dry kiln operator's manual. Forest Products Laboratory, Madison, 110 p.

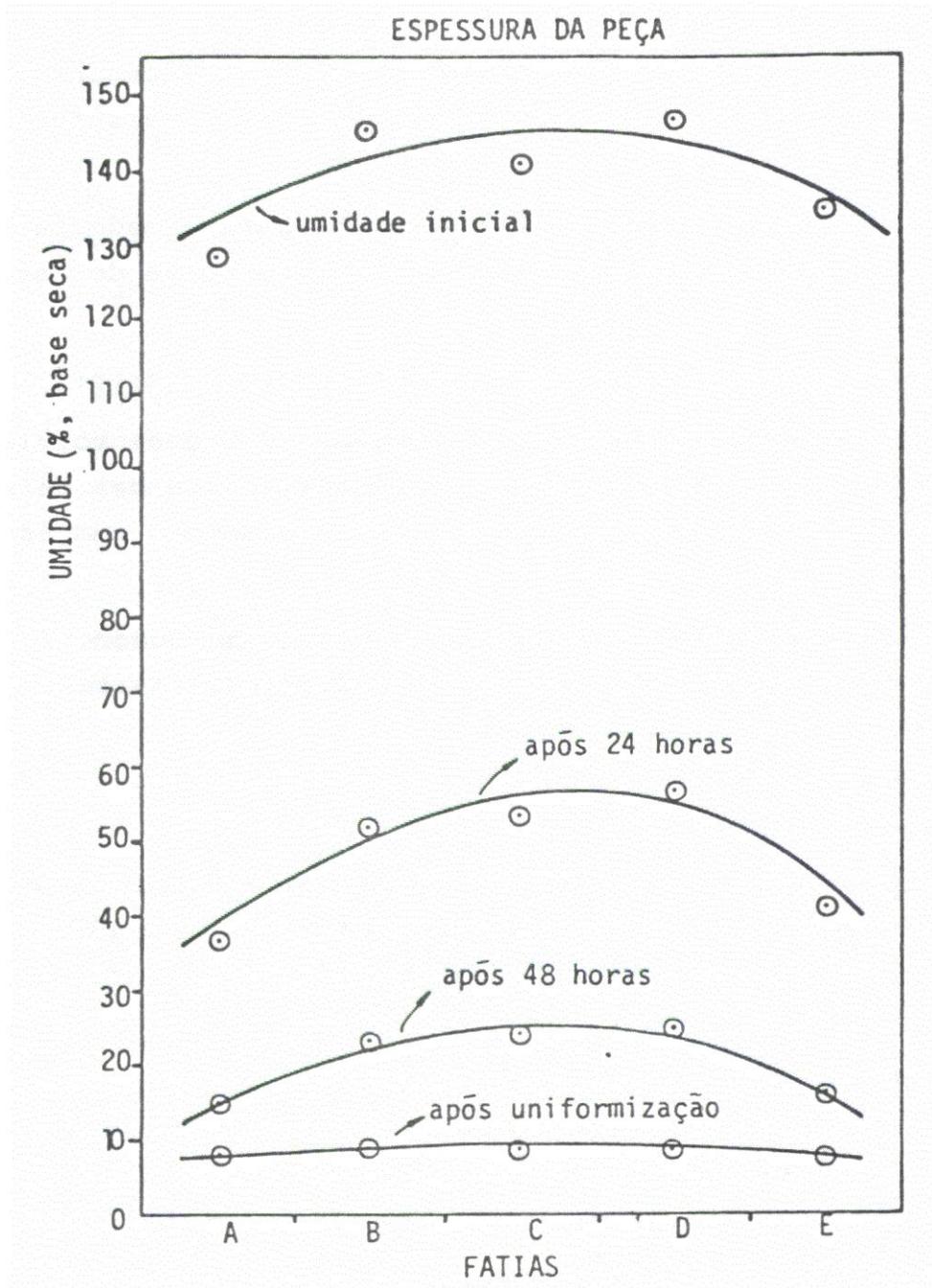


Figura 1 – Desenvolvimento do gradiente de umidade ao longo do período de secagem

FONTE: JANKOWSKY & HENRIQUEZ (1981).

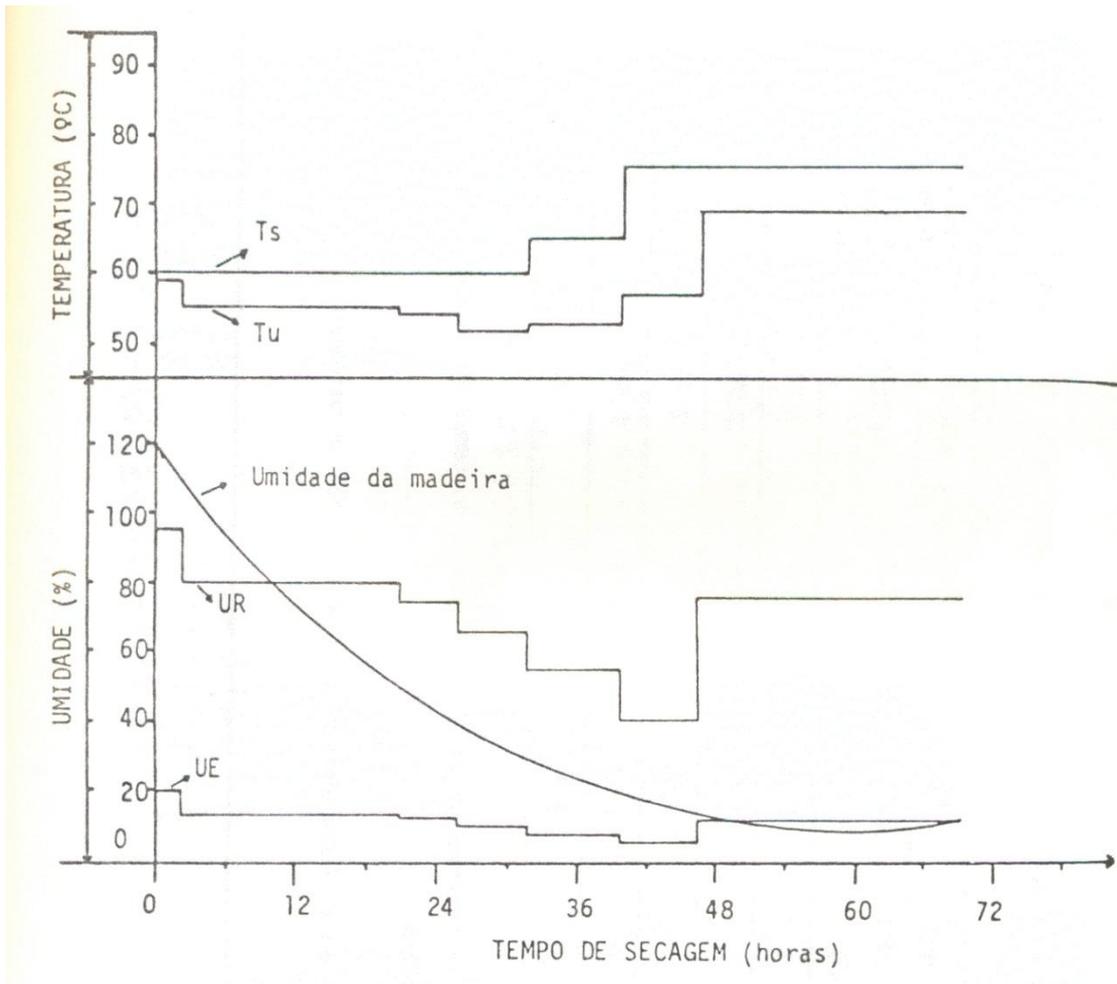


Figura 2 – Representação gráfica das condições de temperatura de bulbo seco (Ts), temperatura de bulbo úmido (Tu), umidade relativa (UR), umidade da madeira e umidade de equilíbrio estimada (EU) durante a secagem da madeira *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

FONTE: JANKOWSKY & HENRIQUEZ (1981).

QUADRO 1 – Umidade inicial, velocidade e tempo total de secagem da madeira de *Pinus spp.*

CARGA Nº	UMIDADE INICIAL (%)	TEMPO TOTAL DE SECAGEM (HORAS)	VELOCIDADE DE SECAGEM – (%/h)			TEMPO DE UNIFORMIZAÇÃO E CONDICIONAMENTO (HORAS)	UMIDADE FINAL (%)
			ATÉ A U.S.A.	ABAIXO DA U.S.A.	MÉDIA		
I	193,0	76,0	2,96	1,80	2,77	11,0	13,0
II	129,0	49,0	3,09	1,80	2,76	7,0	13,0
III	203,0	79,0	2,84	2,25	2,75	10,0	13,0
IV	208,0	1.200,0	0,18	0,08	0,16	0,0	13,0
V	120,0	75,0	2,67	0,82	1,92	19,3	13,0

Onde: Velocidade de secagem = umidade retirada da madeira em função do tempo de secagem, expressa em porcentagem (de umidade) por hora (de secagem).

U.S.A. = umidade de saturação ao ar (considerada como igual a 30% de umidade).

I, II, III = Secagem acelerada.

IV = Secagem ao ar.

V = Secagem tradicional.

FONTE: JANKOWSKY (1980).

Quadro 2 – Sugestão de programa a ser adotado para a secagem acelerada da madeira de *Pinus caribaea var. hondurensis*.

ETAPA (UMIDADE DA MADEIRA)	Ts (%)	Tu (°C)	UR (%)	UE (%)	GS	Var (m/seg)
Aquecimento	60,0	59,0	95	20,0	-	1,5 a 2,0
Acima de 50%	60,0	57,0	85	15,2	3,3	4,0
50%	60,0	56,5	82	14,2	3,5	4,0
40%	60,0	54,0	71	11,0	3,6	4,0
30%	60,0	48,5	52	7,6	4,0	1,5 a 2,0
25%	60,0	45,0	41	6,1	4,1	1,5 a 2,0
20%	80,0	59,0	27	4,4	4,5	1,5 a 2,0
15%	80,0	53,0	15	3,0	5,0	1,5 a 2,0

Onde: Ts = Temperatura de bulbo seco

Tu = temperatura de bulbo úmido

UR = Umidade Relativa

UE = Umidade de equilíbrio estimada

GS = Gradiente de secagem

Var = Velocidade de circulação do ar

FONTE: JANKOWSKY & HENRIQUEZ (1981).

## VII. SUB-PROJETO 12

TÍTULO : Produção de lâminas e painéis compensados com madeira de pinheiros tropicais.

OBJETIVOS: Estudar a qualidade de laminados de diferentes espécies de pinheiros tropicais, sob diferentes técnicas de manejo.

Verificar a atuação de adesivos na obtenção de compensados de diferentes técnicos.

Determinar a qualidade dos compensados obtidos com as diferentes espécies de pinheiros tropical.

JUSTIFICATIVA: Os compensados oferecem uma série de vantagens sobre a madeira no que diz respeito a propriedades físico-mecânicas. Além disso, representam uma maneira efetiva de se obter painéis de grandes dimensões a partir de toras relativamente pequenas. Essa possibilidade é muito importante considerando-se a escassez e o encarecimento acentuado das espécies nativas tradicionalmente utilizadas e a necessidade do aproveitamento imediato de árvores de dimensões menores provenientes de povoamentos implantados. Entretanto, o aproveitamento das espécies utilizadas em florestamento e reflorestamento e de outros que poderiam ser aproveitadas para esses fins pela indústria de compensados, tem sido pouco pesquisado.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: Embora o processamento básico seja o mesmo, os vários experimentos seguiram metodologias específicas, pois as variáveis em estudo eram diferentes. As lâminas foram obtidos em torno desenrolador THONS e BENATO Modelo LHT-14, secas em secador, a aplicação do adesivo foi mecânica com rolos de borracha, e a prensagem foi a quente. A qualidade dos compensados foi avaliada segundo as normas NBS/OS 51-71 (SUTULA, 1972) para a resistência da linha de cola e ASTM D-30343-72 para a resistência a flexão estática.

No experimento com *Pinus strobus* var. *chiapensis* variou a porcentagem de compressão na contrafaca durante o desenrolamento, permanecendo as demais variáveis do processo inalteradas. O compensado foi colado com uréia-formaldeído a 95°C e 10 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão.

Com o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* variaram a formulação do adesivo e as condições de prensagem. Inicialmente foram testados três níveis de extensão no adesivo (50%, 100% e 150%), e a cola com 100% de extensão foram estudados 4 tempos de montagem (5, 15, 30 e 45 minutos). A prensagem foi efetuada a 95°C e 7,0 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão específica. Posteriormente foi utilizada uma única formulação de adesivo (contendo pó de cascas na formulação), variando-se a quantidade de adesivo aplicado na lâmina (250, 300, 350 e 400 gramas/cm<sup>2</sup> em linha dupla), o tempo de montagem (10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 minutos), a temperatura de prensagem (95°C, 105°C e 120°C) e os tempos de prensagem (de 2 a 16 minutos em função da temperatura). A pressão específica foi mantida constante em 7,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

RESULTADOS: No trabalho conduzido com *Pinus strobus* var. *chiapensis* foi possível concluir que:

a) É tecnologicamente viável utilizar madeira de *Pinus strobus* para a produção de lâminas e painéis compensados de boa qualidade.

b) Dentre as regulagens testadas, a que resultou em lâminas de melhor qualidade foi a de nº III.

Ângulo da faca = 90°00'    A 30,5 cm do centro das garras, passando a  
89°00'  
89°00'    A 11,5 cm do centro das garras.

Ângulo de afiação da faca = 20°00'  
Abertura vertical = 0,5 cm  
Abertura horizontal = 2,7 cm  
Porcentagem de compressão = 10,0%

c) A influência da regulagem não afetou a resistência do painel compensado tanto quanto afetou a qualidade da lâmina.

d) Os painéis compensados de *Pinus strobus* confeccionados com o adesivo abaixo descrito, e na quantidade de 350 g por m<sup>2</sup> de linha dupla, apresentam alta resistência à umidade.

INGREDIENTE	% EM PESO
Cascamite PL-117	37,10
Albex – 1	27,10
Albex – 5	2,77
Água	29,58
Catalizador M-8	1,85
Catalizador H-27-L	1,00

No ensaio inicial com o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* conclui-se que:

a) O aumento na quantidade de extensor (farinha de trigo) prejudicada a qualidade da linha de cola, ocasionando uma diminuição na resistência à flexão estática no sentido paralelo, conforme se pode observar no Quadro 1;

b) O tempo de montagem mais adequado para o adesivo com 100% de extensão está entre 15 e 30 minutos (Quadro 2);

c) Em termos de resistência à flexão estática o compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* poderá substituir o tradicional painel de *Araucaria angustifolia*.

No ensaio posterior surgiram informações importantes, que necessitam de discussão breve.

No que diz respeito à resistência mecânica, observou-se pela análise da variância que não houveram diferenças significativas em função dos diferentes tempos de prensagem, com exceção do módulo de elasticidade à 105°C onde o tempo de 8 minutos resulta em valores estatisticamente diferentes daqueles com 12 minutos.

A 105°C comprovou-se uma correlação entre o tempo de prensagem e a resistência à flexão estática, linear para o módulo de ruptura e do 2º grau para o módulo de elasticidade. É importante observar que o efeito de tempo de montagem explica apenas 11% da variação da resistência, para ambos os módulos. Isso comprova a hipótese de que o adesivo utilizado neste experimento resulta em linhas de colagem de baixa qualidade, de forma que a resistência mecânica do painel refletirá de forma acentuada as características da madeira.

Aplicando-se 350 g/m<sup>2</sup> de adesivo e prensando a 95°C, o painel resultante não terá alta resistência à umidade, independente do tempo de montagem. Aumentando-se a temperatura da prensa para 105°C melhora-se a resistência da linha de cola. No caso de painéis de qualidade inferior, para embalagens e caixotaria, essa interação torna-se mais importante ainda, sendo possível controlar a capacidade da produção industrial. Ajustando-se a quantidade de cola pode-se operar com qualquer tempo de montagem, e com um simples aumento na temperatura de prensagem é possível aumentar consideravelmente a capacidade da prensa.

Supondo-se uma unidade industrial que possua uma prensa de 5 aberturas, ela poderá produzir desde 20 painéis/hora (14 minutos de prensagem a 95°C) até 150 painéis/hora (2 minutos de prensagem a 120°C) com a mesma resistência à umidade. Caso seja necessário melhorar ou manter constantes as características de resistência mecânica, pode-se aumentar a quantidade do adesivo a ser aplicada no painel.

Com base na análise dos resultados obtidos, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

a) Condições adequadas na laminação do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (regulagem correta do torno desenrolador e temperatura de corte em torno de 38°C) resultam em lâminas de boa qualidade;

b) É necessário efetuar a desrama artificial nas árvores destinadas à manufatura de compensados, pois a presença de nós impede que as lâminas sejam utilizadas como capas nos painéis;

c) Aumentando-se a quantidade de adesivo, na faixa entre 250 e 400 g/m<sup>2</sup> em linha dupla, melhoram as características do painel, principalmente a resistência à umidade da linha de cola;

d) Na manufatura de compensados de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com resina de uréia formaldeído é desaconselhável a adição do pó de cascas vegetais (enchedor) na formulação do adesivo;

e) Embora a temperatura de 105°C tenha se mostrado a mais conveniente para operação de prensagem, é provável que a formulação do adesivo utilizada no experimento tenha mascarado as interações existentes entre as variáveis do processo de colagem;

f) Conhecendo-se o relacionamento entre as variáveis do processo de colagem é possível controlar a qualidade do painel e a capacidade de produção em uma unidade do painel e a capacidade de produção em uma unidade industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL – Anual book of ASTM Standards. Part 16 (wood. adhesives). Philadelphia, ASTM, 1973.

JANKOWSKY, I. P. – Variação da resistência à flexão estática do compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em função da quantidade de extensor e do tempo de montagem. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, 124:1-8. Dezembro 1980.

SUTULA, P.R., coord. – Hardwood and decorative plywood. Washington, National Bureau of Standards, 1972. 16p.

SENTIDO	FORMULAÇÃO	TEMPO DE MONTAGEM	RESISTÊNCIA MÁXIMA (kgf/cm <sup>2</sup> )				
			CORPOS DE PROVA				MÉDIA
			I	II	III	IV	
paralelo	A	15 min	954,3	788,0	713,5	788,6	811,1
	B	15 min	780,6	671,9	701,6	807,1	740,3
	C	15 min	693,4	665,0	702,4	703,9	691,4
perpendicular	A	15 min	132,8	137,5	173,0	124,9	142,1
	B	15 min	136,2	169,4	195,6	187,9	172,3
	C	15 min	183,8	141,2	177,0	164,5	166,6

QUADRO 1 – Valores da resistência máxima à flexão estática em função das diferentes formulações do adesivo.

FONTE: JANKOWSKY (1980).

SENTIDO	FORMULAÇÃO	TEMPO DE MONTAGEM	RESISTÊNCIA MÁXIMA (kgf/cm <sup>2</sup> )				
			CORPOS DE PROVA				MÉDIA
			I	II	III	IV	
paralelo	B	5 min	763,3	537,1	917,2	644,6	715,6
	B	15 min	780,6	671,9	701,6	807,1	740,3
	B	30 min	800,4	680,9	972,4	917,6	842,8
	B	45 min	530,5	486,8	486,8	615,8	594,4
perpendicular	B	5 min	114,3	133,7	186,2	111,3	136,4
	B	15 min	136,2	169,4	195,6	187,9	172,3
	B	30 min	114,9	191,9	113,0	227,5	161,8
	B		96,5	105,3	160,8	141,6	126,1

QUADRO 2 – Valores da resistência máxima à flexão estática em função dos diferentes tempos de montagem.

FONTE: JANKOWSKY (1980).

## VIII. SUB-PROJETO 13

TÍTULO : Celulose kraft de madeiras de pinheiros tropicais para fabricação de papel.

OBJETIVOS: Avaliar o efeito das diferentes espécies de *Pinus* no rendimento e qualidade da celulose kraft.

Estudar as características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus* spp.

Procurar estabelecer correlações entre as propriedades da madeira e as características da celulose kraft.

Quantificar a variabilidade longitudinal e radial dentro da árvore de *Pinus* spp.

JUSTIFICATIVA: Atualmente, as madeiras mais utilizadas em termos mundiais para produção de celulose química, são as provenientes do gênero *Pinus*. Existe uma série de razões para isso: a madeira reúne inúmeras qualidades desejáveis, a celulose é de boa qualidade e a implantação dos povoamentos artificiais de pinheiros é simples e rápida. Além disso, a madeira é constituída de fibras longas, média densidade e estas características conferem a ela uma ampla faixa de utilização. Entretanto, a maior parte das informações conhecidas sobre o gênero *Pinus* são para espécies de zonas temperadas. Para produção de celulose muito pouco se conhece sobre as espécies de pinheiros tropicais. Como se trata de espécies de rápido crescimento, a madeira formada é estrutural e quimicamente diferente dos modelos usuais encontrados para as espécies temperadas em suas regiões de origem. A pergunta que usualmente surge é se a madeira produzida pelos pinheiros tropicais exóticos apresentam as qualidades exigidas para a fabricação de celulose e papel. O problema não é somente brasileiro, como também adquire dimensões mundiais, visto que hoje existem inúmeros centros interessados em pinheiros tropicais.

DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA: Foram amostradas árvores de povoamentos de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, *P. strobus* var. *chiapensis* e *P. oocarpa* nas idades, respectivas, de 16, 13 e 17 anos, na região de Agudos, propriedade da Companhia Agro-Florestal Monte Alegre (CAFMA).

De cada árvore foram retirados discos a diferentes alturas incluindo o DAP.

De cada disco foram retiradas secções para determinação da densidade básica, teores de lenho inicial e tardio (em peso e em volume) e obtenção de cavacos para produção de celulose.

Dependendo do objetivo do ensaio foram mensuradas as dimensões das fibras das amostras a nível de disco ou a nível de lenho, e analisada a madeira quanto a sua composição química.

Para a produção de celulose foi empregado o processo kraft: para madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* procurou-se estudar as variações existentes entre madeira juvenil e adulta. Para as outras duas espécies os ensaios foram feitos sobre amostras compostas.

Para cada cozimento, a celulose foi analisada quanto a rendimento, teores de rejeitos, número de permanganato e viscosidade.

Para ensaios físico-mecânicos as celuloses foram refinadas e analisadas quanto a suas propriedades de resistências à tração, arrebentamento, rasgos e dobras.

#### PRINCIPAIS RESULTADOS:

1. A variação da densidade básica dentro das árvores no sentido longitudinal (base-topo) se mostrou decrescente para as espécies *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa*. Para o *P. strobus* o modelo se mostrou pouco comum para este gênero, ou seja: decrescente a partir da base até certa altura, a partir da qual há um aumento gradativo em direção ao topo.

2. Para o *P. caribaea* var. *hondurensis* a variação radial da densidade não mostra um padrão definido, quando os lenhos são analisados isoladamente. Considerando-se ambos os lenhos de cada anel, a densidade aumenta rapidamente nos anéis próximos à medula, permanecendo, a seguir, mais ou menos constante.

3. Foram encontradas correlações lineares entre densidade básica e percentagem de lenho tardio, tanto em volume como em peso para a madeira de *P. caribaea* var. *hondurensis* quando analisada ao nível do DAP.

4. Para estas espécies, as correlações estabelecidas entre densidades básicas e dimensões dos traqueídeos dos lenhos, foram mais significativas e em maior número, para o lenho tardio que para o lenho inicial.

5. A madeira juvenil devido ao fato de possuir menor teor de holocelulose, produziu celulose com rendimento sensivelmente menor, quando comparado com os outros tipos de madeira.

6. A composição química dos materiais ensaiados mostrou ser semelhante com exceção dos teores de lignina e pentosanas, que se mostraram, respectivamente, maior e menor para o *P. strobus*.

7. As resistências físico-mecânicas das celuloses produzidas se mostraram dentro dos padrões para coníferas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*BARRICHELO, L.E.G.*. Celulose kraft de madeiras de pinheiros tropicais. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (1): 51-86, 1978.

*BARRICHELO, L.E.G.*. Celulose kraft de madeiras de *Pinus strobus* e *Pinus oocarpa*. Boletim Informativo PPT, Piracicaba (5): 1-18, 1979.

*BARRICHELO, L.E.G.*. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. e Golf para a produção de celulose kraft. Piracicaba, 1979. 167 p. (Tese-Livre-Docência – ESALQ).

*BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. & COUTO, H.T.Z.do.* Kraft pulp characteristics of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood growing in Brazil. IUFRO CONFERENCE ON WOOD QUALITY AND UTILIZATION OF TROPICAL SPECIES, 1, Los Banos, Filipinas. 1978.

*BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. & COUTO, H.T.Z.do.* A madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* como matéria-prima para produção de celulose kraft. 13º CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 13, São Paulo. 1978.

*BARRICHELO, L.E.G.* Correlações entre teor de lenho tardio e densidade básica para espécies do gênero *Pinus*. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (30): 1-6, 1978.

*BARRICHELO, L.E.G.* *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: principais características da madeira sob o ponto de vista tecnológico. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (85): 1-11, 1980.

*BARRICHELO, L.E.G.* *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: principais interações entre as características da madeira e rendimento e qualidade da celulose. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (86): 1-10, 1980.

*BARRICHELO, L.E.G.* A madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* como matéria-prima para a produção de celulose. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba (87): 1-5, 1980.

*BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.* Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. IPEF, Piracicaba (18): 81-102, 1979.

## IX. SUB-PROJETO 14

TÍTULO : Resinagem e qualidade de resina de pinheiros tropicais.

OBJETIVOS: Testar os diferentes métodos de destilação e resina e qualidade do breu e terebintina obtidos.

Avaliar as possíveis alterações na qualidade da madeira das árvores resinadas.

JUSTIFICATIVA: Os pinheiros são utilizados como essência florestal em nossos reflorestamentos há cerca de quase 20 anos tendo sido introduzidos em nosso País visando principalmente o abastecimento de indústrias de celulose e serrarias.

Ao lado da madeira as árvores do gênero *Pinus* fornecem um produto de exudação denominado genericamente de resina ou oleoresina. Por destilação, a resina fornece uma fração volátil denominada terebintina e uma fração fixa, o breu. Atualmente a terebintina é utilizada como solventes de certas tintas especiais e principalmente, como matéria-prima de indústrias químicas e farmacêuticas. O breu é aplicado na fabricação de tintas, vernizes, plásticos, lubrificantes, adesivos, inseticidas, germicidas e bactericidas. Seu principal emprego, todavia, está na fabricação de cola de breu de uso generalizado na indústria de papel.

Atualmente, o Brasil importa a quase totalidade da cola de breu consumido pelas indústrias.

As perspectivas mundiais indicam uma escassez do fornecimento de breu e a situação geral, sob todos os pontos de vista, é muito propícia para o Brasil entrar no mercado dos derivados da resina.

Devido a isso, de alguns anos para cá, a resinagem está despertando a atenção dos órgãos oficiais de pesquisas e empresas privadas que cultivam o *Pinus*. Porém, as atenções estão voltadas principalmente para o *Pinus elliottii*, uma espécie sul-tropical, que se desenvolve no sul do País e são relativamente esparsas as observações sobre os pinheiros tropicais e suas potencialidades.

### DESCRIÇÃO SUCINTA DA METODOLOGIA:

#### Obtenção de Resina

A resina utilizada nas pesquisas foi obtida por resinagem nas árvores em pé e aplicação de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50%, conforme preconizado por CLEMENTS (1960).

#### Destilação da Resina

A resina foi destilada sob vácuo, utilizando-se aparelhagem de vidro, conforme mostrado na figura 1:

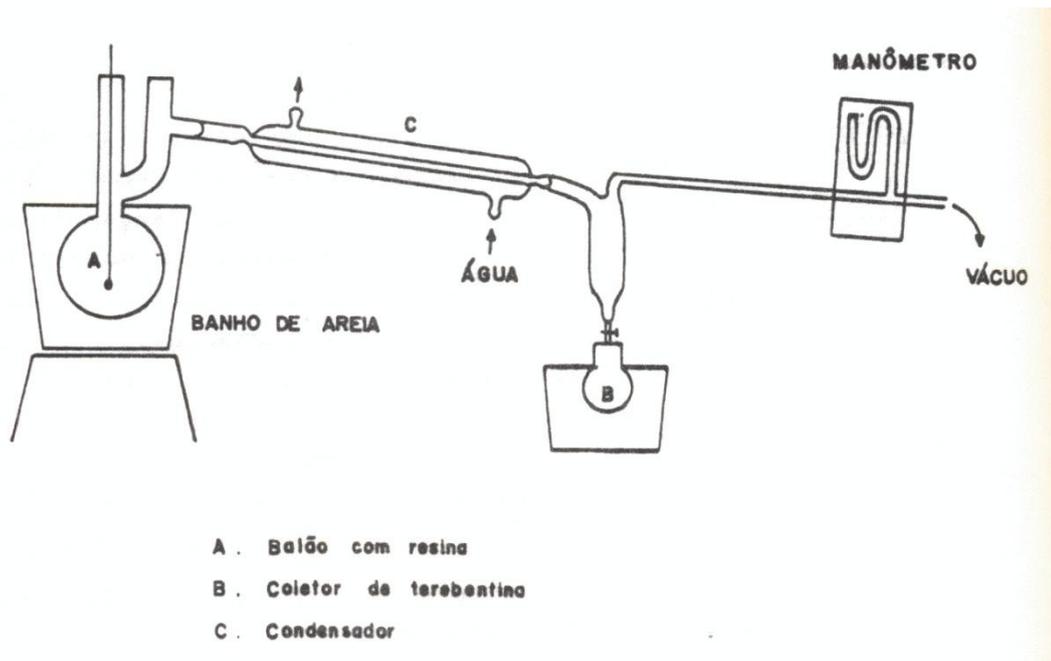


FIGURA 1. Aparelhagem para destilação da resina.

A resina foi colocada no balão A e submetida à destilação a vácuo (10 mm Hg). O aquecimento indireto, em banho de areia, atingiu cerca de 180°C a 200°C e a destilação foi interrompida quando não mais se observa a saída de líquido no final do condensador C, e recolhido no balão B.

Terminada a destilação, separou-se a água da terebintina por decantação, tendo sido medido o volume de terebintina, o qual, juntamente com sua densidade possibilitaram a obtenção de sua percentagem em peso na resina.

O breu resultante foi pesado para cálculo de seu percentual na resina.

#### Análises do Breu

O breu foi analisado quanto a:

- Número de saponificação;
- Teor de materiais insaponificáveis;
- Número de acidez; e
- Cor.

#### Análises da Terebintina

A terebintina foi analisada para a determinação da sua composição química. Para tanto, utilizou-se cromatografia de fase gasosa pelo emprego de um aparelho cromatógrafo CG-17 de ionização de chama, com coluna 0,6 x 200 cm, de aço inox, empacotada com DEGS a 18%. O gás de arraste foi nitrogênio com fluxo de 30 ml/min e volume injetado de 0,5 a 1,0  $\mu$ l.

## RESULTADOS:

1. Pelo que pode ser observado na experimentação conduzida não foi encontrada correlação significativa entre a produção de resina das espécies estudadas (*P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. oocarpa*, *P. kesiya*) e a temperatura e precipitação do período de resinagem do experimento. Os valores máximos e mínimos de temperaturas médias durante o período não corresponderam estatisticamente aos valores máximos e mínimos de produção da resina.

O mesmo pode ser afirmado com relação à precipitação pluviométrica.

A temperatura média é apresentada como um dos fatores que mais implicam sobre a produção de resina e quando a mesma atinge valores abaixo dos 16°C a paralização da resinagem muitas vezes é recomendada conforme BERZAGHI (1972). No período correspondente a experimentação as temperaturas médias das quinzenas não atingiram valores abaixo dos 16°C o que se ocorrido poderia levar à queda sensível na produção de resina.

Para as espécies em questão as faixas de variação encontradas durante o período de resinagem, para a temperatura e precipitação, não atingiram pontos máximos e mínimos tais que pudessem exercer influencia sobre a produção de resina. Isto leva à consideração de que fatores outros que não os climáticos exerceram maiores influências sobre a produção de resina no período em questão. Desse modo a paralização da resinagem de pinheiros tropicais em períodos determinados para condições semelhantes às deste estudo não seria norma a ser seguida por exigência das condições climáticas. No caso, a resinagem poderia ser executada durante todo o ano. (Tabelas 1 a 4 e Gráficos I e II).

2. De acordo com resultados de análises de resina, breu e terebintina alcançados para 4 espécies de *Pinus* (*P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. oocarpa*, *P. kesiya*, *P. elliottii*) pode-se concluir que:

a) A resina que apresentou o maior rendimento em breu foi a do *P. kesiya*. Com rendimentos em breu significativamente inferiores, as resinas das demais espécies tiveram comportamentos semelhantes entre si. Destaque-se que, as resinas das espécies de *Pinus* tropicais apresentaram sempre valores superiores em rendimento em breu do que a resina do *P. elliottii*.

Em termos de rendimento em terebintina as resinas do *P. elliottii* e *P. caribaea* foram semelhantes e apresentaram os maiores valores. O *P. oocarpa* apresentou rendimento inferior a estas duas espécies e, o *P. kesiya* mostrou-se com um potencial bastante reduzido para a obtenção da terebintina.

b) Com relação à qualidade dos breus obtidos, destacam-se sobremaneira o do *P. kesiya*, o qual apresentou os melhores índices para número de saponificação, número de acidez e teor de materiais insaponificáveis. A seguir, situaram-se os breus da resina de *P. elliottii* e *P. caribaea* var. *bahamensis*. A pior qualidade foi aquela mostrada pelo breu obtido a partir da resina do *P. oocarpa*.

De um modo geral, quanto à qualidade dos breus, em relação à cor, pode-se observar que, com exceção, do *P. caribaea* var. *bahamensis*, os demais apresentaram-se bastante claros, com valores acima de X.

c) Por apresentarem os teores mais elevados em termos de alfa e beta-pireno, as terebintinas do *P. elliottii* e *P. kesiya* foram as que apresentaram as melhores qualidades quanto à composição química (Tabelas 5 a 11).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSUMPCÃO, R. M. V. – Qualidade de algumas resinas de *Pinus* spp. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo. mimeogr. 1973.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. & TREVISAN, J. F. – Condições climáticas e suas influências sobre a produção de resinas de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba, (16): 37-45, Jun. 1979.

CLEMENTS, R. W. – Modern gum naval store methods USDA, Washington, 29 p. 1960.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. & GUTIERREZ, L. E. Qualidade do breu e terebintina de pinheiros tropicais. IPEF, Piracicaba, (21): 55-63, 1980.

BERZAGHI, C. 1972. *Pinus* spp e resinagem. Instituto Florestal do Estado de São Paulo. mimeogr. 39 p.

FONSECA, S. M. e KAGEYAMA, P. Y. 1978. Melhoramento genético face à produção de resina. In: “Seminário: Resinas de *Pinus* Implantados no Brasil” IPEF, Piracicaba, SP. 10 p.

GURGEL FILHO, O. A. 1972. Contribuição à resinagem. Instituto Florestal do Estado de São Paulo. 39 p.

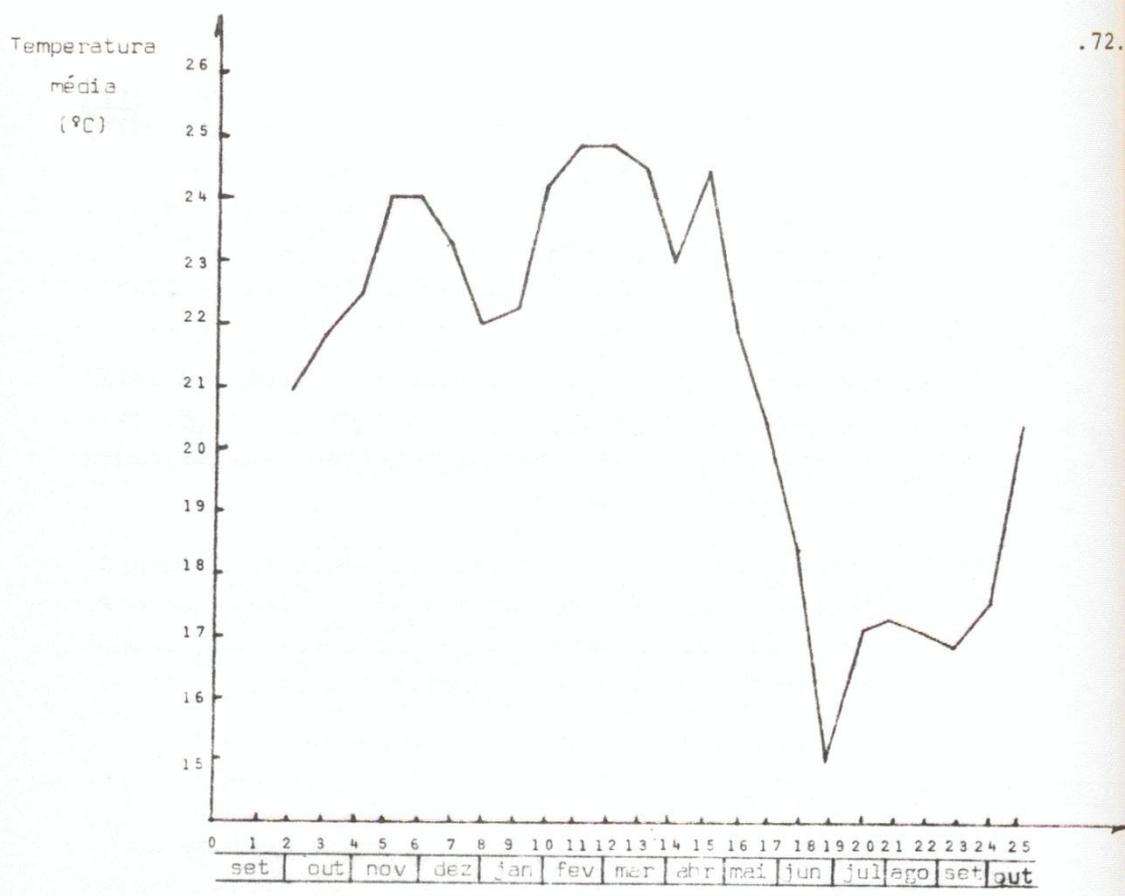


GRAFICO I. Temperatura durante o período de resinagem

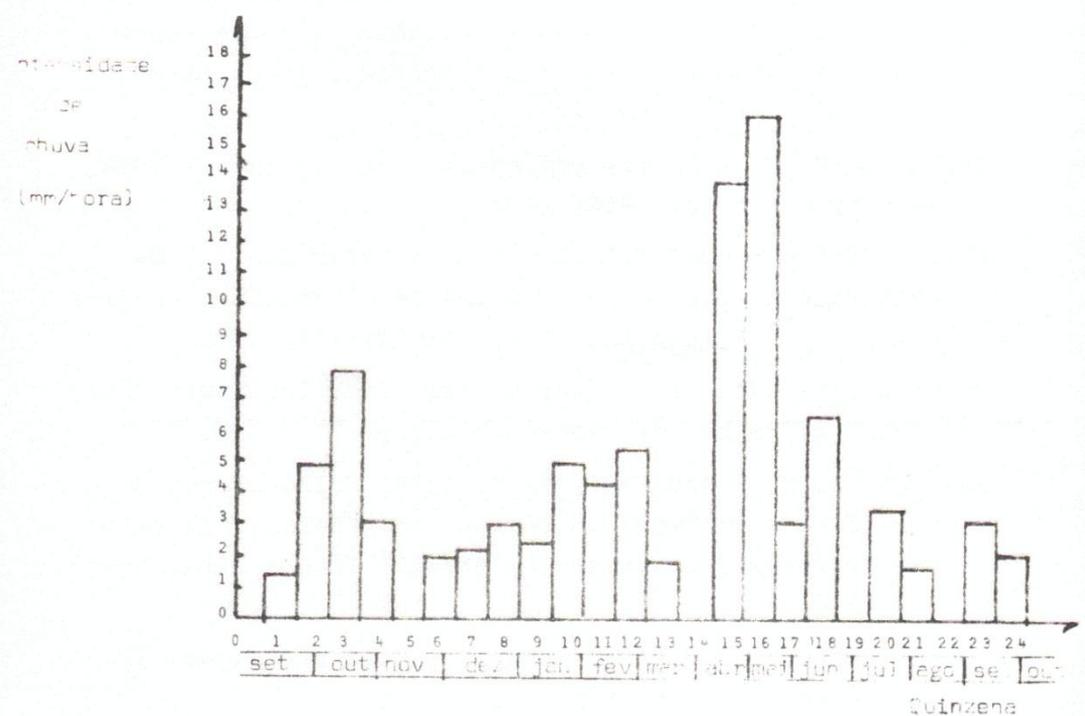


GRAFICO II. Precipitação pluviométrica durante o período de resinagem.

TABELA 1 – Produção de resina por coleta quinzenal e total do período para 10 árvores.

QUINZENA	PRODUÇÃO DE RESINA (g)		
	<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. kesiya</i>
1a.	1913	717	670
2a.	1385	559	441
3a.	1415	535	655
4a.	1460	783	544
5a.	1523	803	362
6a.	1794	1073	361
7a.	871	356	170
8a.	913	739	757
9a.	1063	646	873
10a.	1627	896	651
11a.	1065	622	412
12a.	1057	825	810
13a.	432	324	56
14a.	1368	630	693
15a.	1360	954	785
16a.	1490	1053	765
17a.	1564	935	811
18a.	1051	596	628
19a.	955	690	468
20a.	1236	699	668
21a.	978	728	428
22a.	1301	719	781
23a.	1419	644	424
24a.	1611	840	1064
<b>TOTAL</b>	<b>30851</b>	<b>17366</b>	<b>14277</b>

TABELA 2 – Produção média quinzenal de resina em gramas para 10 árvores por espécie.

	<i>P. caribaea</i>	<i>P. oocarpa</i>	<i>P. kesiya</i>
Média quinzenal (g)	1286	724	595
Erro da média	68,48	38,04	47,73
C. variação (%)	26,09	25,74	39,30

F = 48,08\*\*

Teste de Tukey – diferença significativa:

a) ao nível de 5% de probabilidade = 180,08

b) ao nível de 1% de probabilidade = 226,69

Média geral = 868

TABELA 3 – Coeficientes de correlação para produção média de resina expressa em gramas e temperatura média expressa em °C.

ESPÉCIE	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
<i>P. caribaea</i>	0,0782
<i>P. oocarpa</i>	0,0285
<i>P. kesiya</i>	0,0950

TABELA 4 – Coeficientes de correlação para produção de resina e expressa em graus e precipitação pluviométrica média em mm.

ESPÉCIE	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO
<i>P. caribaea</i>	0,1224
<i>P. oocarpa</i>	0,3695
<i>P. kesiya</i>	0,2633

TABELA 5 – Rendimento em breu

ESPÉCIE	RENDIMENTO MÉDIO (%)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	78,9	1,80
<i>P. oocarpa</i>	82,1	2,68
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	80,3	2,00
<i>P. kesiya</i>	87,3	3,17

TABELA 6 – Rendimento em terebintina

ESPÉCIE	RENDIMENTO MÉDIO (%)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	15,9	3,64
<i>P. oocarpa</i>	12,7	2,89
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	15,5	2,41
<i>P. kesiya</i>	7,1	6,08

TABELA 7 – Número de saponificação

ESPÉCIE	Nº DE SAPONIFICAÇÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	163,9	5,20
<i>P. oocarpa</i>	148,4	2,23
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	160,5	2,96
<i>P. kesiya</i>	173,7	4,16

TABELA 8 – Teor de materiais insaponificáveis

ESPÉCIES	MATERIAIS INSAPONIFICÁVEIS (%)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	163,9	5,20
<i>P. oocarpa</i>	148,4	2,23
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	160,5	2,96
<i>P. kesiya</i>	173,7	4,16

TABELA 9 – Número de acidez

ESPÉCIES	Nº DE ACIDEZ	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)
<i>P. elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	161,5	2,36
<i>P. oocarpa</i>	143,9	3,61
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	155,7	5,84
<i>P. kesiya</i>	172,7	4,75

TABELA 10 – Análises da cor do breu (\*)

ESPÉCIE	
<i>Pinus elliotii</i> var. <i>elliotii</i>	WW
<i>P. oocarpa</i>	WW
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	X
<i>P. kesiya</i>	WG

(\*) Os resultados são representativos da mistura dos breus de cada destilação e para cada espécie.

TABELA 11 – Composição química das terebintinas

ESPÉCIES	COMPONENTES						
	A	B	C	D	E	F	G
<i>P. elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	63,5	16,6	8,7	5,3	-	1,2	4,7
<i>P. oocarpa</i>	52,8	3,9	13,9	5,6	-	20,3	3,5
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	52,3	1,6	17,4	2,8	18,0	3,2	4,7
<i>P. kesiya</i>	65,9	-	12,2	12,7	3,2	-	6,0

A – Alfa-pireno

B – Beta-pireno

C – Beta-felandreno

D – Longifoleno

E – Limoneno

F – Alfa-felandreno + careno

G – Outros

#### X. RESUMO DAS TESES CONCLUÍDAS

TOMAZELLO F<sup>o</sup>, M.. Influência dos fungos ectomicorrízicos *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius* no desenvolvimento de espécies tropicais de *Pinus*. Tese. Doutorado. ESALQ/USP 116 p. 1980.

Culturas puras de *Thelephora terrestris* e *Pisolithus tinctorius*, obtidas através do cultivo de micélio desses simbiontes em substrato composto de vermiculita, turfa e solução nutritiva, foram utilizadas na infestação de solos fumigados de viveiros florestais, em três ensaios instalados em Piracicaba, SP. e Caravelas, BA. Mudanças de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. khasya*, obtidas nestes ensaios, após 6 a 7 meses de cultivo em solo infestado com os referidos simbiontes, apresentaram abundante formação de ectomicorrizas de *T. terrestris* e *P. tinctorius*. Nos tratamentos testemunha foram notadas, em função do ensaio, diferentes quantidades de ectomicorrizas de *T. terrestris* e outros fungos, formadas a partir da infestação natural do solo. Através de técnicas de reisolamento foi possível a recuperação de *P. tinctorius*, a partir de ectomicorrizas típicas dessas espécies fúngicas, em porcentagem média de 1,9 a 16,5%, respectivamente. Ectomicorrizas típicas de *T. terrestris* e *P. tinctorius* apresentam diferenças na coloração e desenvolvimento, sendo notória a formação de uma manta de hifas mais espessa para *P. tinctorius* do que para *T. terrestris*. Quanto à ação de *T. terrestris* e *P. tinctorius* no crescimento das mudas em condições de viveiro, verificou-se que o efeito benéfico de ambos os fungos foi mais pronunciado quando a população natural de simbiontes ectomicorrízicos era menor ou ausente no viveiro. Não foram notadas diferenças entre os efeitos de *T. terrestris* e *P. tinctorius* para o crescimento das mudas de *P. oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. caribaea* var. *bahamensis*. No segundo ensaio conduzido em Piracicaba, ectomicorrizas formadas por inoculo natural de *T. terrestris* e outros fungos, promoveram um maior crescimento de mudas de *P. oocarpa*, *P. khasya* em comparação com ectomicorrizas formadas por *P. tinctorius*. A análise química para os principais elementos minerais, em diferentes partes vegetais das mudas, apresentou diferenças

significativas para alguns elementos, sem contudo, permitir uma generalização dos resultados.

Em condições de campo, foram conduzidos três ensaios, todos em solos arenosos e de baixa fertilidade, sendo dois em Brotas, SP e um em Caravelas, BA. Foram utilizados nesses ensaios mudas obtidas nos ensaios de viveiro. Em Caravelas foi também testado tratamento de fertilização mineral (N, P, K).

*KAGEYAMA, P.Y.*. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* na região de Agudos-SP. Dissertação. Mestrado. ESALQ/USP. 83 p. 1977.

O teste de procedência de *P. oocarpa* Schiede instalado em área da Companhia Agro Florestal Monte Alegre no município de Agudos-SP, e motivo desse estudo, faz parte de um programa de melhoramento genético que vem sendo conduzido com a espécie pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF.

O ensaio foi instalado em fevereiro de 1972, envolvendo 13 lotes de diferentes localidades da distribuição natural da espécie na América Central, graças a coleta empreendida pelo Commonwealth Forestry Institute – Universidade de Oxford. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 13 tratamentos e 4 repetições, com parcelas de 49 (7 x 7) plantas ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros, utilizando-se as 25 plantas centrais para a coleta de dados.

Foram estudadas as variações genéticas entre procedências para as características de crescimento em altura, sobrevivência, DAP, volume cilíndrico, forma do tronco, espessura de ramos, ângulos de ramos e comprimento de internódios. Foram também conduzidos estudos de correlação entre as características das plantas, correlações entre as diferentes idades e associações das características das procedências no ensaio com as características dos locais de origem das sementes.

Os resultados obtidos a partir dos dados coletados aos 1 e 2 anos de idade demonstraram a existência de variações genéticas entre procedências para altura de plantas, porém não se detectando tais variações para sobrevivência nas parcelas.

A análise dos dados coletados aos 4 anos de idade revelou a existência de variações genéticas entre procedências para todas as características, exceto para sobrevivência de plantas. As características altura de plantas, forma do tronco, comprimento de internódios e ângulos de ramos foram as que mostraram maior participação genética entre procedências na variância total observada. Por sua vez, as características de DAP, volume cilíndrico e espessura de ramos, mostraram menor participação genética entre procedências na variância total, embora tenham sido detectadas variações genéticas entre procedências.

Para o estudo de correlações fenotípicas entre características, ao nível de médias de procedências, foram detectadas correlações positivas e significativas entre altura de plantas e as características de DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios. Correlações negativas e significativas foram obtidas entre altura de plantas e ângulo de ramos, assim como entre forma do tronco e espessura de ramos.

Em função das variações genéticas observadas para as diferentes características, das correlações obtidas entre as mesmas e do valor atribuído para cada uma no programa de melhoramento com a espécie, atribuíram-se diferentes pesos para as características, segundo o método de “índice de seleção empírico”. Através dessa metodologia foram obtidos e quantificados os índices totais para as diversas procedências, levando em consideração todas as características simultaneamente. As procedências que apresentaram melhores comportamentos foram: a. Rafael – Nicaragua – procedência nº 13; b. Lagunilla-Guatemala – procedência nº 2; c. Camélias-Nicaragua – procedência nº 6; d. Zapotillo-Honduras – procedência nº 7; e. MT Pine Ridge-Belize – procedência nº 11 e f. San Marcus-Honduras – procedência nº 5.

A análise de Variância para os índices totais revelou a existência de variações genéticas entre procedências para esse parâmetro composto. Os componentes de variância revelaram, para esse parâmetro, uma alta participação da variação genética entre procedências na variação total, mostrando a sensibilidade para a comparação entre procedências através do índice total.

As correlações fenotípicas, obtidas através do coeficiente de correlações de Spearman para a altura de plantas, entre o primeiro, segundo e quarto ano, revelaram-se altas e significativas, porém com tendência a decrescer com o distanciamento entre as idades, sugerindo maiores cuidados na extrapolação dos resultados para idades futuras.

Associações entre as de altura e de forma do tronco das árvores das procedências com as características geográficas e climáticas dos locais de origem das sementes revelaram que, enquanto altura de plantas esteve mais associadas às variações de altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes a forma do tronco das árvores se mostrou mais associada às variações de latitude e longitude dos locais de origem das sementes.

LIMA, W.P.. O regime de água do solo sob florestas de pinheiros tropicais e sob vegetação de cerrado. Tese. Livre. Docência. 79 p. 1979.

Dados referentes a 24 meses de determinação da umidade do solo em florestas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* de *Pinus oocarpa* Schiede, ambas com 12 anos de idade, e em uma reserva de cerrado foram utilizados para a caracterização do regime da água do solo nestes diferentes tipos de vegetação.

O trabalho foi desenvolvido no Município de Agudos, Estado de São Paulo, em área da Companhia Agro-Florestal Monte Alegre, e constou da medição da precipitação através de 3 pluviômetros colocados em áreas abertas próximas às parcelas, e na determinação gravimétrica da umidade do solo às profundidades de 0, 50, 100, 150 e 200 cm. As amostras foram coletadas mensalmente, com três repetições em cada parcela e em cada profundidade. As parcelas experimentais de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de cerrado eram adjacentes, e a parcela de *Pinus oocarpa* distava cerca de 800 metros. O solo nas parcelas era típico de cerrado, arenoso, profundo, bem drenado.

Os resultados coletivamente não mostraram nenhum efeito adverso ao regime da água do solo como consequência do reflorestamento de áreas de cerrado com espécies de pinheiros tropicais. O solo sob cerrado manteve-se, durante o período estudado,

ligeiramente mais úmido do que o solo nas duas parcelas florestadas. Entre as espécies de pinheiros, o *Pinus oocarpa* foi o que apresentou menor depleção da água do solo, apresentando um regime muito semelhante ao verificado cerrado. As diferenças de conteúdo de umidade não foram, todavia, significativas, a não ser na camada superficial do solo, onde o teor de umidade médio no cerrado foi significativamente maior do que os correspondentes nas parcelas de pinheiros.

TROVATI, L.R.. Resposta da densidade dos anéis de crescimento de *Pinus oocarpa* dos fatores climáticos. Dissertação. Mestrado. ESALQ/USP 97 p. 1982.

Perfis radiais de densidade dos anéis de crescimento foram determinados pela técnica de atenuação de radiação gama ( $^{241}\text{Am}$ ; 60 keV). As séries de densidade foram estandardizadas e a cronologia média obtida. Componentes principais das médias mensais da precipitação, das temperaturas média, máxima e mínima, da energia líquida disponível e do déficit hídrico, foram extraídos e usados separadamente como variáveis independentes na estimativa dos índices de máxima densidade. As funções de respostas foram calculadas e as relações indicaram uma grande dependência da densidade máxima às condições ambientais de verão – outono. O sinal climático decorrente da máxima densidade, exceto para a temperatura mínima, mostrou-se forte. Em média, 60% das variações na densidade máxima, foram explicadas pela precipitação e pelo déficit hídrico do período de janeiro a abril e 70% pela energia líquida disponível e pela temperatura média e máxima do período de janeiro a março.

CARNEIRO, M.G.. Polimerização de metacrilato de metila em madeira de *Shizolobium parahyba* e *Pinus strobus* var. *chiapensis* através de radiação gama e temperatura. Dissertação. Mestrado. ESALQ/USP 90 p. 1982.

Amostras de madeira de guapuruvu (*Shizolobium parahyba*) foram impregnadas com o monômero metacrilato de metila e polimerizadas através da radiação gama de uma fonte de  $^{60}\text{Co}$ , a várias taxas de dose e doses totais. A polimerização total do metacrilato de metila foi obtida usando a taxa de dose de 0,8 MR/h e dose total de 2,0 MR.

No processo de impregnação vácuo-pressão atmosférica os aumentos de densidade foram de 4,4 vezes (alburno) e 2,2 vezes (cerne), e com pressão adicional à atmosférica foi de 2,8 vezes (cerne), em relação às testemunhas.

O armazenamento das amostras de madeira impregnadas com o monômero, mesmo envolvidas em papel alumínio e filme de polietileno apresentaram perdas do monômero, recomendando-se irradiar as amostras imediatamente após a impregnação.

As taxas de absorção de água foram de 97% e 272% para as amostras tratadas e não tratadas com metacrilato de metila, respectivamente. Valores constantes de densidade ao longo da amostra, obtidos através da atenuação da radiação gama, indicaram que o guapuruvu admite impregnação e polimerização homogênea do metacrilato de metila.

No processo térmico, a maior polimerização foi verificada em amostras curadas a 68°C. A retenção do polímero, nessa temperatura, propiciou um aumento na densidade da amostra de 2,8 vezes. Verificou-se, entretanto, um escurecimento e uma fina camada

de plástico recobrimo superficialmente as amostras. Para amostras de madeira de *Pinus strobus* var. *chiapensis* a melhor porcentagem de polimerização foi obtida com dose de 2,0 MR de radiação gama. Verificou-se uma impregnação e polimerização uniforme, determinadas pelos valores de densidade no sentido longitudinal das amostras. O aumento da densidade foi de 2,6 vezes em relação à densidade das testemunhas.

*BARRICHELLO, L.E.G.*. Estudo das características anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de celulose kraft. Tese. Livre Docência. ESALQ/USP 167 p. 1979.

O presente trabalho teve por objetivo o estudo das principais características da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, sua variabilidade entre e dentro das árvores da espécie. Por outro lado, procurou-se correlacionar as variações encontradas com a produção e qualidade da celulose kraft.

Foram utilizadas 10 árvores com 16 anos de idade, coletadas na região de Agudos, São Paulo (22° 20' a 22° 29' de latitude Sul e 48° 49' de longitude Oeste de Greenwich clima Cwa, segundo o sistema de Köppen e solo latossol vermelho escuro, fase arenosa).

De cada árvore foram discos na base (altura de corte) e a cada 1,2 m até o limite comercial de diâmetro.

Cada disco foi utilizado para a determinação da densidade básica.

Nos discos tomados a 1,2 m, foram determinadas as densidades básicas e as dimensões das fibras, lenho a lenho, no sentido medula casca, bem como as porcentagens de lenho em volume, em peso, correlações entre estes parâmetros, e equações de regressão em função do número do anel.

Visando a produção de celulose, foram retiradas amostras proporcionais de todos os discos. Dos discos tomados a 1,2 m foram retiradas sub-amostras, representando as madeiras juvenil, intermediária e adulta e determinada suas proporções em peso e em volume.

Após as amostras serem transformadas manualmente em cavacos, foram analisadas sob o aspecto químico e utilizadas na produção de celulose pelo processo kraft.

Para cada cozimento efetuado, foram calculados os rendimentos e investigadas as seguintes propriedades físico-mecânicas da celulose: resistência à tração, ao arrebentamento, ao rasgo e peso específico aparente.

A partir dos dados obtidos, foram estabelecidas equações de regressão para as propriedades físico-mecânicas da celulose, em função do grau de refinação.

*COUTO, H.T.Z. do.* Distribuição de diâmetros em plantações de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tese. Livre Docência. ESALQ/USP 79 p. 1980.

O presente trabalho teve por objetivo o estudo de distribuições de diâmetros de plantações de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, com presença e ausência de fertilização mineral.

Por outro lado, procurou-se correlacionar os valores dos estimadores das melhores distribuições testadas com a idade.

Para o estudo foram utilizados dados provenientes de um experimento com fertilização mineral instalado na região de Agudos, São Paulo (22° 20' a 22° 29' de latitude sul e 48° 49' e 48°51' de longitude Oeste de Greenwich, clima Cwa, segundo o sistema de Köppen e solo latossol vermelho escuro, fase arenosa).

Foram coletados os diâmetros de árvores com 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 anos de idade, nos tratamentos sem fertilização mineral e com fertilização mineral aplicada em cobertura com as seguintes doses:

Sulfato de amônio	300 Kg/ha
Superfosfato simples	555 Kg/ha
Cloreto de potássio	33 Kg/ha
Calcário dolomítico	2 ton/ha

Para cada conjunto de dados, isto é, para cada idade e para cada tratamento, foram testados seis distribuições: SB, Weibull, Normal, Lognormal, Gama e Beta.

Para escolher a distribuição ou distribuições que melhor se adaptaram ao 14 conjuntos de dados utilizou-se o teste D de Kolmogorov e a capacidade de cada estimador dos parâmetros das distribuições de se correlacionar com a idade.

BRITO, J.O.. Utilização da madeira com casca na produção de celulose sulfato de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Dissertação. Mestrado. ESALQ/USP. 119 p. 1978.

No presente trabalho foram realizados testes de produção de celulose sulfato com *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden utilizando-se madeira não descascada e descascada. Estes testes revelaram que a presença de 21% de casca em peso na madeira não-descascada em comparação com a madeira descascada de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* resultaram em: 1. aumento no consumo de álcali ativo durante os cozimentos; 2. diminuição no rendimento em celulose por carga de digestor; 3. nenhuma alteração no conteúdo de rejeitos da celulose; 4. nenhuma alteração na composição química da celulose; 5. nenhuma alteração na morfologia das fibras na celulose; 6. nenhuma alteração no peso específico aparente, porosidade e resistência à dobras da celulose; 7. aumento da resistência à tração e arrebentamento; 8. diminuição na resistência da celulose ao rasgo; 9. diminuição na alvura e 10. aumento na opacidade da celulose.

A presença de 11% de casca em peso na madeira não-descascada em comparação com a madeira descascada de *E. grandis* resultou em: 1. aumento no consumo de álcali ativo durante os cozimentos; 2. diminuição no rendimento em celulose por carga de digestor; 3. nenhuma alteração no conteúdo de rejeitos da celulose; 4. aumento no teor de cinzas da celulose; 5. nenhuma alteração na morfologia

das fibras na celulose; 6. nenhuma alteração no peso específico aparente e resistência à tração da celulose; 7. aumento da porosidade, resistência a dobras, resistência ao rasgo e resistência ao arrebatamento da celulose; 8. diminuição da alvura e 9. aumento na opacidade da celulose. Para a celulose branqueada de *E. grandis* obtida de madeira não-descascada houve: 1. nenhuma alteração no rendimento de branqueamento; 2. nenhuma alteração na composição química da celulose; 3. diminuição na alvura; 4. aumento na opacidade da celulose e 5. nenhuma alteração na viscosidade da celulose.