

PPT

# BOLETIM INFORMATIVO

Nº 8

PESQUISA TECNOLÓGICA PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO

CONTRATO: USP-BNDE/FUNTEC Nº 305/76

ESALQ - DEPTO. SILVICULTURA



1980

“PESQUISA TECNOLÓGICA PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DO PINHO”

CONTRATO: USP-BNDE/FUNTEC Nº 305/76  
ESALQ-DEP. SILVICULTURA

BOLETIM INFORMATIVO Nº 8

Piracicaba (SP) – Junho/1980

---

Volume 1

nº 8

Junho/80

Circ. Interna

---

CONTRATO: USP-BNDE/FUNTEC N° 305/76 - ESALQ - DEP. SILVICULTURA  
“Pesquisa Tecnológica para a Melhoria da Qualidade do Pinho”

Responsável: Dr. João Walter Simões

Coordenador: Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto

Tec. Assist. Adm.: Flávio 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 de Paula Lima.

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

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: Engº Agrº Arnaldo Salmeron.

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

SUB-PROJETO 07 – Influência dos Fungos Micorrízicos no Desenvolvimento dos 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. Mário Tomazello Filho e Dr. Epaminondas S. de Barros Ferraz.

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

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

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

SUB-PROJETO 12 – Produção de Lâminas e Painéis Compensados de Madeira de Pinheiros Tropicais: Engº Ftal. 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. Ricardo Berger.

## SUMÁRIO

### PESSOAL DO PROJETO DE PINHEIROS TROPICAIS

#### TÉCNICAS DE MANEJO E SEU RELACIONAMENTO COM A PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS – João Walter Simões

1. Introdução
2. Metodologia
  - 2.1. Ensaio I
  - 2.2. Ensaio II
  - 2.3. Ensaio III
  - 2.4. Ensaio IV

#### UTILIZAÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO PARA AVALIAR O VIGOR DE LOTES DE SEMENTES COM DIFERENTES IDADES E ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO – Paulo Yoshio Kageyama, Márcia Balistiero, Fátima C. M. Marquez.

1. Introdução
2. Objetivos
3. Revisão Bibliográfica
4. Material e Métodos
  - 4.1. Padronização
    - A. Sementes
    - B. Teste de Envelhecimento Precoce
    - C. Teste de Germinação
  - 4.2. Aplicação
    - A. Sementes
    - B. Teste de Envelhecimento Precoce
    - C. Teste de Germinação
5. Resultados e Discussão
  - A. Padronização
  - B. Aplicação
6. Conclusão
7. Bibliografia

## 8. Relação de Abreviaturas Utilizadas no Texto

# SECAGEM ACELERADA DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS EM ESTUFAS INDUSTRIAIS

## I. APRESENTAÇÃO

## II. EFEITO DO APARELHAMENTO E DO TRATAMENTO PRESERVATIVO SUPERFICIAIS NA SECAGEM DA MADEIRA DE *PINUS SPP*

### 1. Introdução

### 2. Material e Métodos

### 3. Resultados e Discussões

### 4. Conclusões

### 5. Referências Bibliográficas

# TÉCNICAS DE MANEJO E SEU RELACIONAMENTO COM A PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS

João Walter Simões\*\*

## 1. INTRODUÇÃO

Os primeiros resultados parciais dos três ensaios que compõem, originalmente, o sub-projeto 04, medidos após um ano de sua instalação, foram apresentados no Boletim Informativo, PPT 1 (5): 19-32, mar. 1979.

Um ensaio adicional, o número IV, complementar ao número II, havia sido recém instalado na Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis (EERNR), do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP, no Município de Anhembi, SP.

São todos ensaios de campo visando a produção de madeira de diferentes espécies de *Pinus*, de origem tropical, com possibilidades de cultivo nas regiões Centro-Norte do Brasil, portanto de alto interesse para o setor florestal brasileiro.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. ENSAIO I

#### Comportamento Florestal do *Pinus oocarpa* e *P. caribaea* var. *hondurensis* em diversos espaçamentos

##### Instalação:

Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis – EERNR, plantado em 04-11-1977.

##### Objetivo

Estudar o efeito do espaçamento inicial de plantio sobre o crescimento das árvores em altura, diâmetro, área basal, volume e qualidade da madeira, associando-se aí o sistema de manejo florestal.

Resultados parciais aos 2 anos de idade.

---

\* Professor Adjunto, Chefe do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

TRATAMENTO	ESPÉCIE	ESPAÇAMENTO (m)	ALTURA MÉDIA (m)	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

### Conclusão

Os dados médios de altura total das plantas e diâmetro à altura do peito (DAP), aos 2 anos de idade, mostrados no quadro anterior, não revelam diferenças significativas entre os tratamentos. Isso pode ser considerado normal até esta idade.





FIGURA 1 – Esquerda: Ensaio I – Espaçamento em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, com 2 anos e 2 meses de idade. Altura média geral = 2,65 m. Diâmetro médio geral = 3,13 cm

Direita: Ensaio II – Adubação fosfatada em *Pinus caribaea* var. *caribaea*, com 2 anos de idade.



FOTO 2 – Vista do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com 2 anos e 2 meses de idade. Altura média = 2,51 m. Diâmetro médio = 2,89 cm.



FOTO 3 – Vista do *Pinus oocarpa* com 2 anos e 2 meses de idade. Altura média = 2,80 m. Diâmetro médio = 3,38 cm.

## 2.2. ENSAIO II

### Efeitos da calagem e adubação fosfatada no desenvolvimento do *Pinus caribaea* var. *caribaea*

#### Instalação:

Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis – EERNR, plantado em 10-01-1978.

#### Objetivo

Determinar a dosagem ideal de calcário e do superfosfato simples, no plantio de pinus e seu efeito sobre o crescimento das árvores, produção e qualidade da madeira.

#### Dosagens

- N – 50 g de Sulfato de Amônio por planta.
- K – 10 g de Cloreto de Potássio por planta.
- P<sub>1</sub> – 170 g de Superfosfato Simples por planta.
- P<sub>2</sub> – 340 g de Superfosfato Simples por planta.
- CaMg<sub>1</sub> – 1,5 ton de Calcário Dolonítico/ha.
- CaMg<sub>2</sub> – 3,0 ton de Calcário Dolonítico/ha.



FOTO 4 – Vista geral dos Ensaios I e II.

### Resultados

TRATAMENTOS	DAP (cm)	H (m)	AB m <sup>2</sup> /ha	FALHAS %
1 – NP <sub>0</sub> K CaMg <sub>0</sub>	2,27	2,19	0,81	0,00
2 – NP <sub>0</sub> K CaMg <sub>1</sub>	2,45	2,35	0,90	4,62
3 – NP <sub>0</sub> K CaMg <sub>2</sub>	2,32	2,15	0,77	1,84
4 – NP <sub>1</sub> K CaMg <sub>0</sub>	2,27	2,13	0,76	2,77
5 – NP <sub>1</sub> K CaMg <sub>1</sub>	2,51	2,37	0,90	1,85
6 – NP <sub>1</sub> K CaMg <sub>2</sub>	2,36	2,22	0,81	0,92
7 – NP <sub>2</sub> K CaMg <sub>0</sub>	2,05	2,02	0,67	1,84
8 – NP <sub>2</sub> K CaMg <sub>1</sub>	2,53	2,30	0,89	1,85
9 – NP <sub>2</sub> K CaMg <sub>2</sub>	2,42	2,26	0,82	4,62
10 – Testemunha (sem adubo)	2,41	2,22	0,86	3,70
MÉDIA GERAL	2,35	2,22	0,82	2,40

### Efeitos isolados do fósforo e calagem

DOSES	DAP	H	AB	FALHAS
P <sub>0</sub>	2,34	2,23	0,83	2,15
P <sub>1</sub>	2,38	2,24	0,82	1,85
P <sub>2</sub>	2,33	2,18	0,79	2,77
CaMg <sub>0</sub>	2,20	2,11	0,75	1,54
CaMg <sub>1</sub>	2,50	2,34	0,85	2,77
CaMg <sub>2</sub>	2,37	2,21	0,80	2,46



FOTO 5 – Vista interna do Ensaio II. Altura média = 2,22 m. Diâmetro médio (DAP) = 2,35 m.

### Conclusão

Embora aos 2 anos de idade não haja diferença significativa entre os tratamentos, os crescimentos do diâmetro e altura tendem a ser mais altos nas doses 1 de fósforo e de calcário.

### 2.3. ENSAIO III

Efeito da intensidade de desrama e desbaste sobre a produção e qualidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

#### Objetivo

Estudar o efeito conjugado da desrama artificial progressiva e diferentes intensidades de desbaste sobre a produtividade volumétrica e qualidade da madeira.

#### Instalação

Fevereiro de 1978 em povoamento com 5 anos de idade e espaçamento 2,5 x 2,0 m.

Os dados de campo tomados no ato da instalação do experimento já foram apresentados no relatório anterior.

#### Segunda Medição

Foi feita em Agosto de 1979, ou seja, 1,5 ano após a instalação, cujos resultados médios são apresentados a seguir: (obs.: o primeiro desbaste será realizado aos três

anos após a instalação do ensaio, portanto, os tratamentos de desbaste ainda não foram aplicados).

a) Diâmetro (DAP) médio (cm)

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBASTE	2 m	1/3 de H	1/2de H	
0%	13,99	14,17	14,23	14,13
15%	14,00	14,36	14,22	14,19
30%	14,45	13,89	13,12	13,82
45%	13,89	14,27	14,30	14,15
Média	14,08	14,17	13,97	14,07

O teste F revelou que não houve efeito significativo da desrama sobre o crescimento do diâmetro das árvores.

b) Altura (H) média (m)

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBASTE	2 m	1/3 de H	1/2de H	
0%	9,72	9,42	9,86	9,66
15%	9,03	9,68	9,59	9,43
30%	9,65	9,72	10,31	9,89
45%	9,13	9,61	10,03	9,59
Média	9,38	9,61	9,95	9,65

A análise estatísticas revelou efeito positivo da desrama sobre o crescimento em altura. O tratamento de desrama até a metade da altura total das árvores, mostrou-se significativamente superior aquele de desrama até 2 m.

c) Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBASTE	2 m	1/3 de H	1/2de H	
0%	26,33	26,38	27,44	26,72
15%	26,85	27,16	26,94	26,98
30%	29,09	28,29	22,81	26,73
45%	25,92	27,05	27,19	26,72
Média	27,05	27,22	26,09	26,79

Observa-se que não houve ainda qualquer efeito diferencial dos tratamentos sobre a área basal

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBASTE	2 m	1/3 de H	1/2de H	
0%	101,82	95,64	103,29	100,52
15%	92,72	101,07	99,82	97,87
30%	103,03	105,28	86,73	99,68
45%	2,59	99,51	103,37	98,49
Média	98,54	100,38	98,30	99,14

Da mesma forma os tratamentos de desrama artificial ainda não mostraram efeito significativo sobre a produtividade volumétrica. Espera-se, entretanto, início de efeito positivo sobre a qualidade da madeira.

e) Número de árvores – necessário para completar 1 m<sup>3</sup> de madeira

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBASTE	2 m	1/3 de H	1/2de H	
0%	16,9	18,0	16,8	17,21
15%	19,0	16,7	17,2	17,67
30%	16,6	17,9	19,5	18,00
45%	19,1	17,1	16,4	17,53
Média	17,92	17,43	17,47	17,60

Não houve diferença entre tratamentos.

f) Ocorrência de “rabo de raposa”.

DESRAMA	ATÉ	A	A	MÉDIA
DESBAST	2 m	1/3 H	1/2de H	
0%	5,20	4,76	4,76	4,91
15%	3,54	5,86	3,16	4,32
30%	6,89	4,39	4,60	5,29
45%	4,49	4,90	4,50	4,63
Média	5,13	4,98	4,26	4,78

Sem diferença entre tratamentos, o que era esperado até esta fase.

#### 2.4. ENSAIO IV

Estudo do efeito da aplicação de Fosfatos Naturais e de Calcário no Cultivo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*

##### Instalação

Estação Experimental de Recursos Naturais Renováveis EERNR, plantado em 30-11-1978.

##### Objetivo

Determinar a dosagem mais conveniente de diferentes fontes de fósforo e de calcário no plantio de pinus.

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	0,95	10,25





FOTO 6 – Medição de altura no Ensaio IV. Altura média = 0,95.

A dose 1 do fósforo corresponde a 20 g de  $P_2O_5$  por planta, ou seja:

300 g Superfosfato Simples, ou

300 g de Fosfato de Araxá, 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 Amônio por planta.

K – 10 g de Cloreto de Potássio por planta.

Pelos resultados médios de altura das plantas observa-se que não houve efeito significativo dos tratamentos de adubação, até a idade de 1 ano e 4 meses.

# UTILIZAÇÃO DO TESTE DE ENVELHECIMENTO PARA AVALIAR O VIGOR DE LOTES DE SEMENTES COM DIFERENTES IDADES E ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO

Paulo Yoshio Kageyama\*

Márcia Balistiero\*\*

Fátima C. M. Marquez\*\*

## 1. INTRODUÇÃO

A análise e a tecnologia de sementes florestais são campos que vem se desenvolvendo rapidamente nos últimos anos como consequência do crescimento do Setor Florestal.

Os testes de germinação são rotineiramente utilizados para avaliação da qualidade das sementes produzidas, fornecendo subsídios para a sua comercialização. No entanto, algumas críticas vem sendo feitas ao princípio empregado nos testes de germinação.

As condições ideais de temperatura, umidade e luz à que são submetidas as sementes, durante o teste de germinação, permitem que as menos vigorosas germinem, não expressando assim a qualidade real da semente.

Com o objetivo de detectar diferentes níveis de vigor entre as sementes, o que não é possível com a utilização do teste de germinação, foram desenvolvidos os testes de vigor.

O vigor é uma característica genética e fisiológica da semente que se manifesta através de respostas como velocidade, total de germinação e crescimento das plântulas.

Em condições adversas, as sementes vigorosas manifestarão seu vigor com maior intensidade do que outras menos vigorosas.

O envelhecimento Precoce é um teste de vigor que consiste em submeter as sementes à temperatura e umidade relativa elevadas por períodos pré-estabelecidos.

---

\* Professor Assistente – Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

\*\* Acadêmia do Curso de Engenharia Florestal – ESALQ/USP

\*\*\* Professora - Departamento de Silvicultura UFRRJ – Curso de Pós-Graduação - ESALQ/USP

O objetivo deste trabalho é testar o “Envelhecimento Precoce” como parâmetro eficiente para a comparação de vigor entre lotes de sementes e estabelecer metodologia para sua utilização.

## 2. OBJETIVOS

Padronização da metodologia do teste de Envelhecimento Precoce para diferentes espécies do gênero *Pinus*.

Estudar e avaliar o comportamento dessas espécies em relação ao Envelhecimento Precoce.

Avaliar diferenças de vigor entre lotes de *P. elliotti* colhidos em anos diferentes.

Comparar o vigor de sementes de *Pinus oocarpa* em diferentes estágios de maturação e épocas de coleta.

Avaliar a eficiência do Índice de Maturação visual como indicador do vigor e da qualidade das sementes produzidas, utilizando-se o Teste Envelhecimento Precoce.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das principais falhas apontadas no teste de germinação é a superestimação da capacidade germinativa das sementes (POPINIGIS, 1977; TOLEDO E MARCOS FILHO, 1977).

As condições ideais e padronizadas do T. G. favorecem a germinação das sementes menos vigorosas (PERRY, 1972).

A somatória das diversas contagens, expressa ao final do teste como percentagem de germinação, não permite uma diferenciação da velocidade de germinação entre as sementes testadas.

O total de germinação e, principalmente, a velocidade de germinação são respostas fisiológicas das sementes que representam o seu vigor (MARQUEZ, 1978). Portanto a percentagem de germinação não é um dado suficiente para avaliar a qualidade no que se refere ao vigor.

No caso de ocorrerem sementes dormentes, as Regras para Análise de Sementes (RAS) prescrevem um prolongamento do teste. Assim as plântulas provenientes destas sementes são contabilizadas como normais. Para DELOUCHE e CALDWELL (1960) essa demora de germinação pode ser devido à um baixo vigor e não à dormência, não sendo então detectada pelo teste de germinação.

Gradativamente o teste de germinação está sendo aperfeiçoado, com a introdução de novos testes, que o complementam e melhor avaliam a qualidade das sementes.

Dentre os testes desenvolvidos, os testes de vigor tem-se demonstrado os mais promissores, pois fornecem resultados mais precisos sobre a qualidade das sementes, e

que podem ser comparados aos de emergência obtidos no campo (WOODSTOCK, 1965; CASAGRANDE, 1970).

Não existe ainda um consenso geral a respeito de um conceito sobre vigor. Duas correntes básicas orientam os conceitos emitidos. Na primeira, considera-se as respostas das sementes às condições adversas como uma forma de expressão de vigor (PERRY, 1972). De acordo com essa teoria, seriam classificadas como sementes vigorosas aquelas que germinassem mesmo em condições não ideais (HEYDECKER, 1972).

Na segunda, considera-se que as sementes mais vigorosas seriam aquelas que apresentassem um rápido desenvolvimento com relação as demais (ISELY, 1957).

O teste de Envelhecimento Precoce baseia-se na teoria de resistência das sementes às condições adversas. É o teste de vigor que vem sendo mais utilizado e pesquisado devido a sua facilidade de padronização e simplicidade de execução, embora como os demais testes de vigor, o seu principal problema seja o fato de ser um teste comparativo (GODOY, 1975).

CAMARGO e VECCHI (1973) e FAGUNDES (1974) considerando como “o mais adequado para determinar-se a evolução do processo de deterioração de sementes durante o armazenamento”.

No Envelhecimento Precoce a semente é submetida durante períodos variáveis de tempo, conforme a espécie, à temperaturas elevadas em torno de 42°C e umidade relativa de 100%, avaliando-se posteriormente a sua resistência através do teste de germinação (CASAGRANDE, 1970 e TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977). Esse procedimento provoca um aumento na taxa respiratória e conseqüentemente um rápido consumo das reservas das sementes (POPINIGIS, 1977).

Anteriormente utilizado para avaliar a perda de vigor durante o armazenamento, atualmente é mais comum a sua utilização para a comparação entre lotes de sementes (DELOUCHE e BASKIN, 1973).

O vigor das sementes está intimamente relacionado com a velocidade de deterioração. Este é um processo fisiológico que se caracteriza por sua irreversibilidade, inevitabilidade (POLLOCK e ROOS, 1972).

O ponto de máximo vigor e máxima germinação ocorre na maturação fisiológica da semente, quando então, a deterioração é mínima. Isto porque as sementes maduras apresentam um desenvolvimento físico e fisiológico que lhes permitem uma máxima expressão do vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

À partir da maturação fisiológica se inicia o processo de deterioração. A velocidade desse processo pode ser retardada através do armazenamento em condições ideais (HARRINGTON, 1972).

Sob iguais condições de armazenamento há uma diferença na velocidade de deterioração entre lotes de sementes da mesma espécie e entre sementes de um mesmo lote (POPINIGIS, 1977), que não são detectadas pelo teste de germinação.

Existem uma série de parâmetros físicos e fisiológicos para a determinação do ponto de maturação fisiológica da semente, denominados de índices de maturação (KRUGMAN *et alli*, 1974).

BARNETT (1979) afirma que um dos índices de maturação das sementes mais utilizadas baseia-se na modificação de coloração dos cones. A eficiência desse índice de maturação foi comprovada por BONNER (1975, 1976) trabalhando com as espécies *Prunus serotina* e de Álamo (*Liriodendron tulipifera* L.).

Em contraste, a modificação da coloração dos cones não foi satisfatória para as espécies *Araucaria Cunninghamii* Sweet (EDWARDS, 1979) e *Larix occidentalis* Nuh (SHEARER, 1977). Isso demonstra que, a eficiência do índice de maturação baseado nas alterações dos cones, para avaliar a qualidade das sementes, é variável com a espécie.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em duas fases. A primeira de padronização, e a outra de aplicação.

##### 4.1. PADRONIZAÇÃO

###### A. Sementes

Na fase de padronização foram utilizados dois lotes de sementes da espécie *Pinus elliotti*, sendo um colhido em 1976 e o outro em 1979 e armazenados, respectivamente durante 24 a 6 meses, em câmara fria com temperatura de 3 à 5°C e 70% de umidade relativa.

Foram selecionados lotes de sementes colhidas na mesma área, mas em anos distintos, com níveis de vigor diferentes, devido ao período de armazenamento, com a finalidade de se evidenciar os efeitos dos vários tratamentos testados no Envelhecimento Precoce (Quadro 1).

###### B. Teste de Envelhecimento Precoce

A estufa de envelhecimento utilizada, marca De Léo, é formada por duas câmaras lacradas, uma maior, externa e outra menor, interna, onde as sementes são postas durante o Envelhecimento Precoce.

O teste foi montado sobre papel filtro, em caixas de germinação especiais, (GERBOX) sem tampa, com um furo ao centro, utilizadas usualmente para extratificação à baixa temperatura. Através do furo foram introduzidas fitas de papel filtro de modo a permitir o escoamento da água e evitar o seu acúmulo. Na câmara interna foram depositados 5 litros de água destilada e na externa aproximadamente 3 litros para manter a umidade relativa em ambas, em torno de 100%. Na câmara externa, após um certo período foi adicionado mais 1 litro. À seguir, regulou-se a estufa de envelhecimento para uma temperatura média de 42°C. Depois de atingida essa temperatura foram introduzidos, separadamente, cada tratamento.

Os tratamentos testados são apresentados no Quadro 1. Em cada deles foram instaladas duas repetições de 100 sementes, previamente tratadas com o fungicida Thyran.

QUADRO 1 – Tratamentos testados para a padronização do Teste Envelhecimento Precoce.

TRATAMENTO	PERÍODO DE PERMANÊNCIA NA E. E. (HS)
A	12
B	24
C	36
D	48

### C. Teste de Germinação

Foram instalados testes de germinação com sementes não envelhecidas (testemunha) e com as submetidas ao Envelhecimento Precoce. Os testes foram realizados conforme as prescrições das RAS (BRASIL, M. A., 1976), para a espécie utilizada.

No Envelhecimento Precoce, ao final de cada tratamento, as sementes eram transferidas para o substrato papel filtro nos Gerbox utilizados para os testes rotineiros de germinação.

As contagens foram feitas no 7º, 14º e 21º dia após a instalação dos testes de germinação.

## 4.2. APLICAÇÃO

### A. Sementes

Na segunda fase foram utilizadas amostras de sementes de *Pinus oocarpa*. Cada amostra foi obtida de sementes colhidas mensalmente, de Janeiro à Outubro de 1979, no Horto Areia Branca, em Casa Branca, SP.

Nas épocas de coleta, num total de 10, os cones eram separados e classificados em verde, intermediário e maduro, de acordo com o estágio de maturação visual. À seguir, procedia-se a secagem em estufa à 40°C para extração das sementes.

As sementes extraídas mensalmente dos cones eram identificadas e armazenadas em sacos plásticos em condições de câmara fria, com temperatura de 3 à 5°C e 70% de umidade relativa.

### B. Teste de Envelhecimento Precoce

O Teste de Envelhecimento foi realizado de acordo com a metodologia estabelecida na fase de padronização.

Utilizaram-se 2 repetições de 50 sementes tratadas com Thyran, para cada estágio de maturação das diversas épocas de coleta. As amostras foram submetidas, separadamente por época de coleta, ao Envelhecimento Precoce, durante 26 horas.

### C. Teste de Germinação

O procedimento foi o mesmo utilizado na fase de padronização, com 2 repetições de 50 sementes para cada estágio de maturação e época de coleta.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A. Padronização

A falta de informações à respeito da metodologia e do material a ser empregado no teste de Envelhecimento Precoce, principalmente com espécies florestais, é um fator de destaque, limitando a sua utilização.

O material utilizado para a montagem dos testes mostrou-se eficiente, eliminando o problema de acúmulo de H<sub>2</sub>O ao fundo do recipiente, comumente citado como um empecilho ao desenvolvimento do teste.

Os recipientes (Gerbox especiais), permaneceram na estufa de envelhecimento, abertos, com a finalidade de evitar a formação de micro ambientes, que alterariam os resultados finais.

Os resultados obtidos nos diversos tratamentos testados são apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 – Percentagem de germinação inicial e após o Envelhecimento Precoce de sementes de *Pinus elliotti*, colhidos nos anos de 1976 e 1979, para os diferentes tratamentos.

		TRATAMENTOS				
		% G. I. PERÍODO DE PERMANÊNCIA NA E. E. (HS)				
<i>P. elliotti</i>	0	12	24	36	48	
1976	58	41	28	28	4	
1979	68	55	57	53	42	

A semente atinge seu máximo vigor e germinação no ponto de maturação fisiológica. A partir desse estágio ocorrem modificações fisiológicas graduais que levam à deterioração e conseqüentemente à uma redução no vigor.

O armazenamento em condições ideais tende a minimizar o processo de deterioração, procurando manter e preservar a qualidade da semente, por períodos maiores de tempo (WANG, 1977).

Sendo o processo de deterioração inevitável e irreversível, apesar das condições ideais de armazenagem, em períodos maiores ou menores de tempo, conforme a espécie, há uma queda no vigor das sementes.

As diferenças detectadas através do teste de germinação nos lotes de sementes de *P. elliotti* colhidas nos anos de 1976 e 1979, respectivamente, não foram suficientes para demonstrar o efeito do período de armazenamento sobre o vigor da semente (Quadro 2).

Observando-se os dados apresentados no Quadro 2, verifica-se uma redução na percentagem de germinação, a medida em que se aumentam os períodos de permanência na câmara de envelhecimento.

A maior exposição das sementes às condições de alta temperatura e alta percentagem de umidade induzem a um aumento na taxa respiratória e no consumo das reservas, reduzindo a disponibilidade de produtos para a germinação das sementes.

As sementes colhidas no ano de 1976 apresentam uma queda mais acentuada em sua percentagem de germinação, enquanto que as do ano de 1979 mostraram-se mais resistentes ao prolongamento do período de permanência na Estufa de Envelhecimento (Gráfico 1), demonstrando seu maior vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

O teste de envelhecimento precoce foi portanto eficaz na avaliação das diferenças de vigor existentes entre os lotes com diferentes idades e períodos de armazenamento.

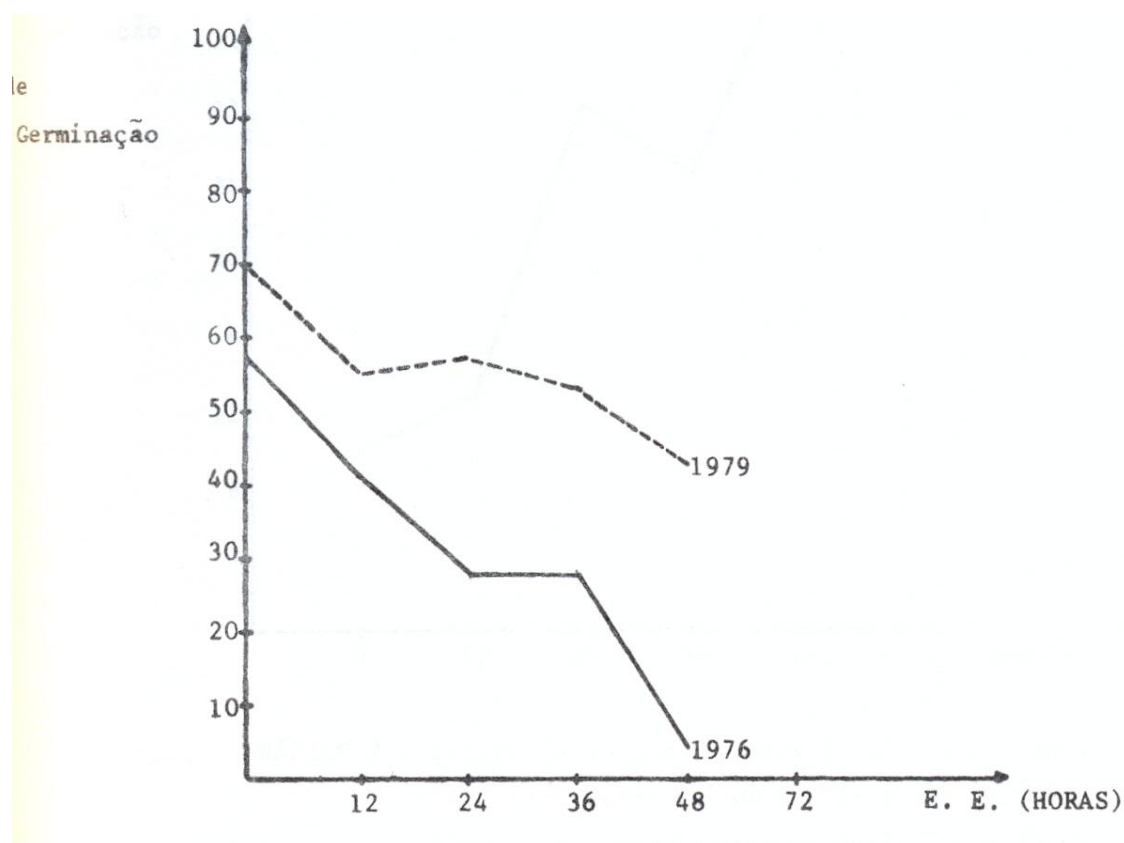


GRÁFICO 1 – Percentagem de germinação após Envelhecimento Precoce para a espécie *Pinus elliotti*

Dentre os diversos tratamentos testados, os que mais realçaram as diferenças de vigor entre os lotes de sementes foram os períodos de 24 e 48 horas (Gráfico 2).



Não se constatou uma queda flagrante na percentagem de germinação entre os lotes de permanência 24 e 36 horas (Quadro 2 e Gráfico 1).

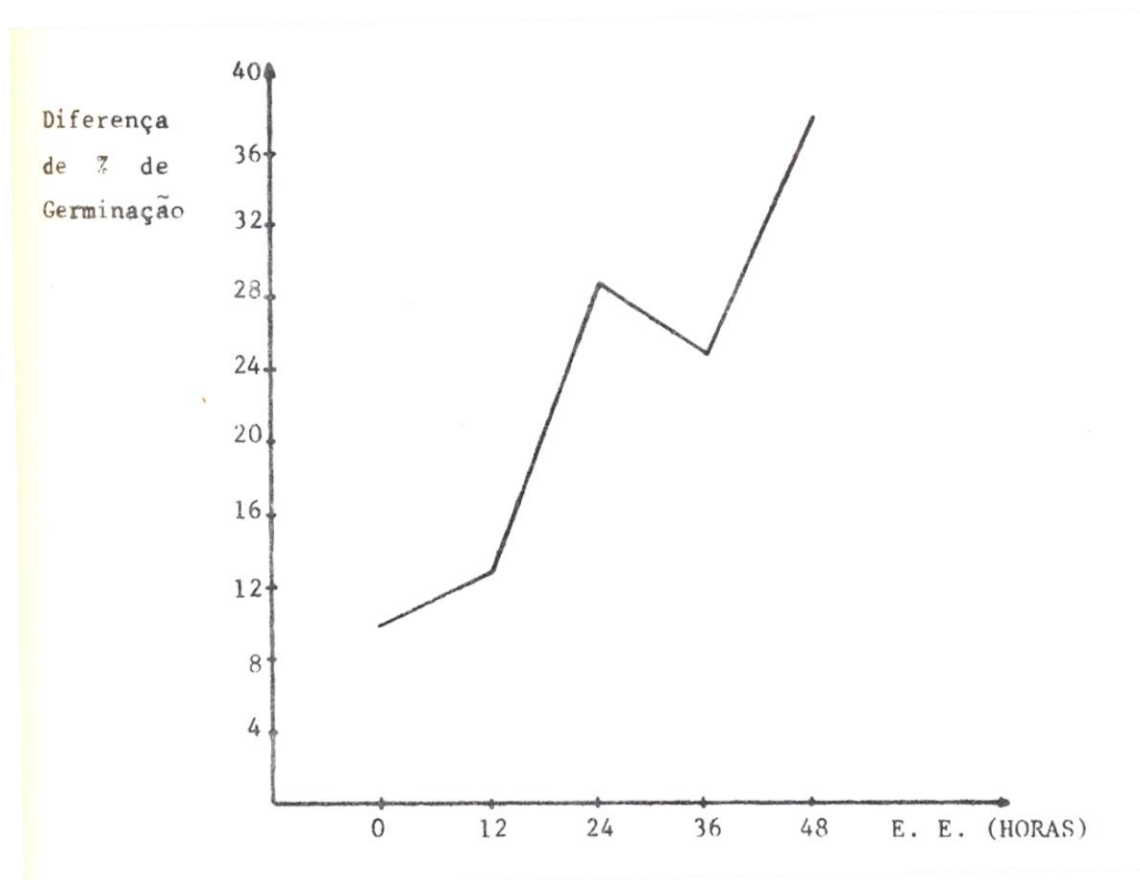


GRÁFICO 2 – Diferença na percentagem de germinação de *Pinus elliotti* entre os anos 1979 e 1976 (% Germ. 1976), para os diferentes períodos de Envelhecimento Precoce.

O período de 24 horas demonstrou ser o mais eficiente pois, evidenciou as diferenças de vigor existentes entre os lotes, sem provocar danos tão drásticos às sementes quanto os observados para o período de 48 horas (Quadro 2 e Gráfico 1).

Destaca-se também nesse período a facilidade de aplicação prática e a rapidez para a obtenção dos resultados.

### B. Aplicação

A montagem do teste seguiu a metodologia estabelecida na fase de padronização. Como não foram constatadas diferenças acentuadas entre 24 e 36 horas de permanência na estufa de envelhecimento, utilizou-se o período de 26 horas por questões meramente práticas.

Uma série de parâmetros físicos, fisiológicos e bioquímicos são empregados para identificar o estágio de maturação das sementes. Em espécies de coníferas o parâmetro ou índice de maturação mais utilizado, baseia-se na coloração dos cones.

Neste trabalho, foram testadas várias épocas de coleta, cujos cones foram classificados em três estágios de maturação visual, de acordo com a coloração apresentada. Os cones com as escamas totalmente verdes foram denominados de “verdes”, os com 30-70% de suas escamas com coloração verdes, de “intermediários” e, finalmente, os com a maioria de suas escamas marron, de “maduros”.

O Teste de Envelhecimento foi empregado com a finalidade de avaliar a eficiência do índice de maturação visual, baseado na coloração dos cones, como indicador do vigor e da qualidade fisiológica das sementes produzidas.

QUADRO 3 - % G das sementes de *P. oocarpa*, nas diferentes épocas e estágios de maturação, antes e após o T. E.

ÉPOCAS DE COLETA		ESTÁGIOS								
		VERDE			INTERMEDIÁRIO			MADURO		
MÊS	ÉPOCA	% G	26 hs	Nº ARV.	% G	26 hs	Nº ARV.	% G	26 hs	Nº ARV.
JAN.	1	0	0	9	87	57	1	26	13	2
FEV.	2	25	8	7	-	-	-	71	51	5
MAR.	3	50	27	4	-	-	-	71	32	1
ABR.	4	37	23	7	56	31	7	64	25	4
MAI.	5	59	25	2	67	17	6	65	37	8
JUN.	6	-	-	-	3	2	-	59	31	-
JUL.	7	-	-	-	-	-	-	41	4	-
AGO.	8	-	-	-	-	-	-	72	10	10
SET.	9	-	-	-	-	-	-	80	25	10
OUT.	10	2	1	1	-	-	-	77	10	7

O teste de Envelhecimento Precoce evidenciou as diferenças de vigor existentes entre as épocas distintas.

As sementes dos cones verdes apresentaram maiores percentagens de germinação nas épocas 3 e 5 e maior vigor nas épocas de 3 à 5 (Gráfico 3).

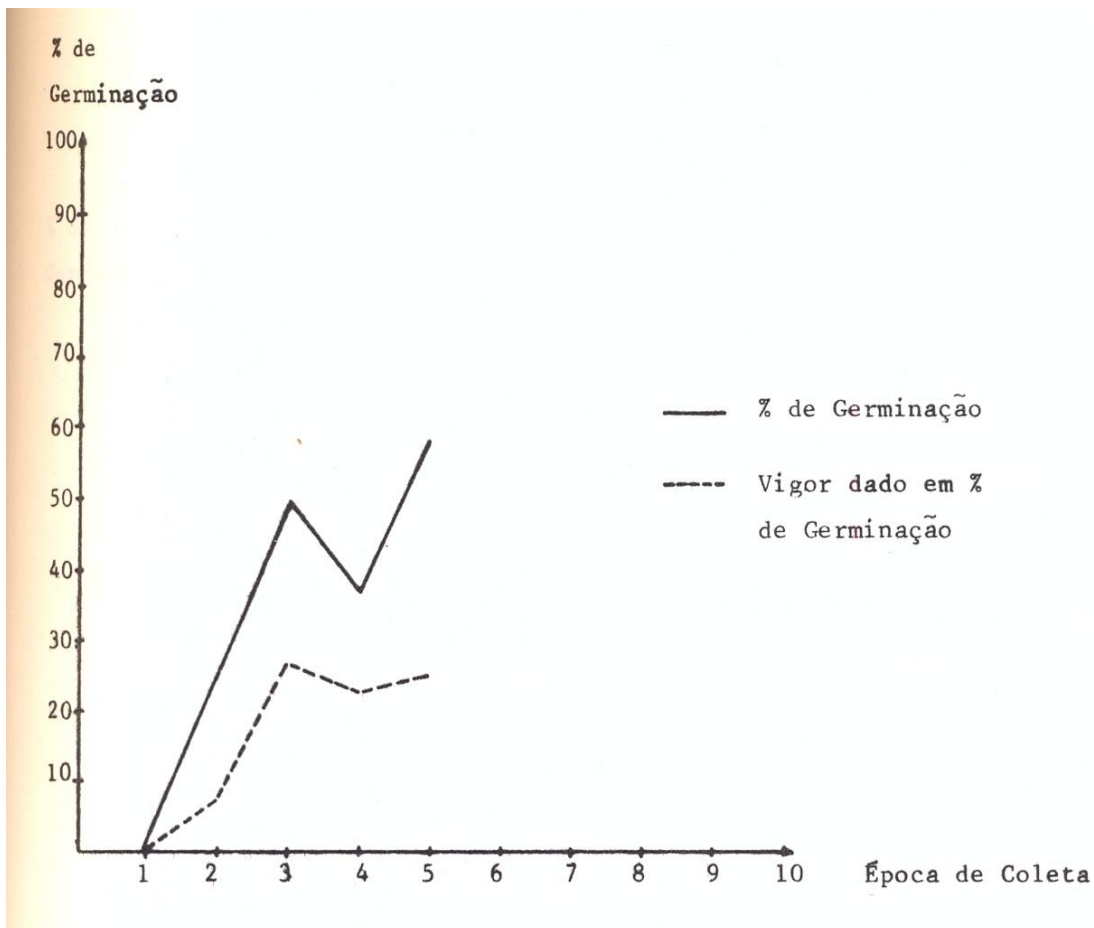


GRÁFICO 3 – % de germinação de *Pinus oocarpa* antes e depois do Envelhecimento Precoce para o estágio verde, em diferentes épocas de coleta.

Para o estágio verde, época 4, na avaliação do T. G., houve uma alta incidência de plântulas anormais, acarretando assim, uma redução da percentagem de germinação final. No entanto, o teste de envelhecimento precoce demonstrou que o vigor das sementes testadas entre as épocas 3 e 4, permaneceu praticamente o mesmo (Gráfico 3 e Quadro 3).

Para o estágio intermediário verificou-se uma maior percentagem de germinação para as épocas 1 e 5. Apesar da época 5 apresentar uma alta percentagem de germinação, o mesmo não ocorreu com o vigor, que se mostrou inferior às épocas anteriores (Gráfico 4).

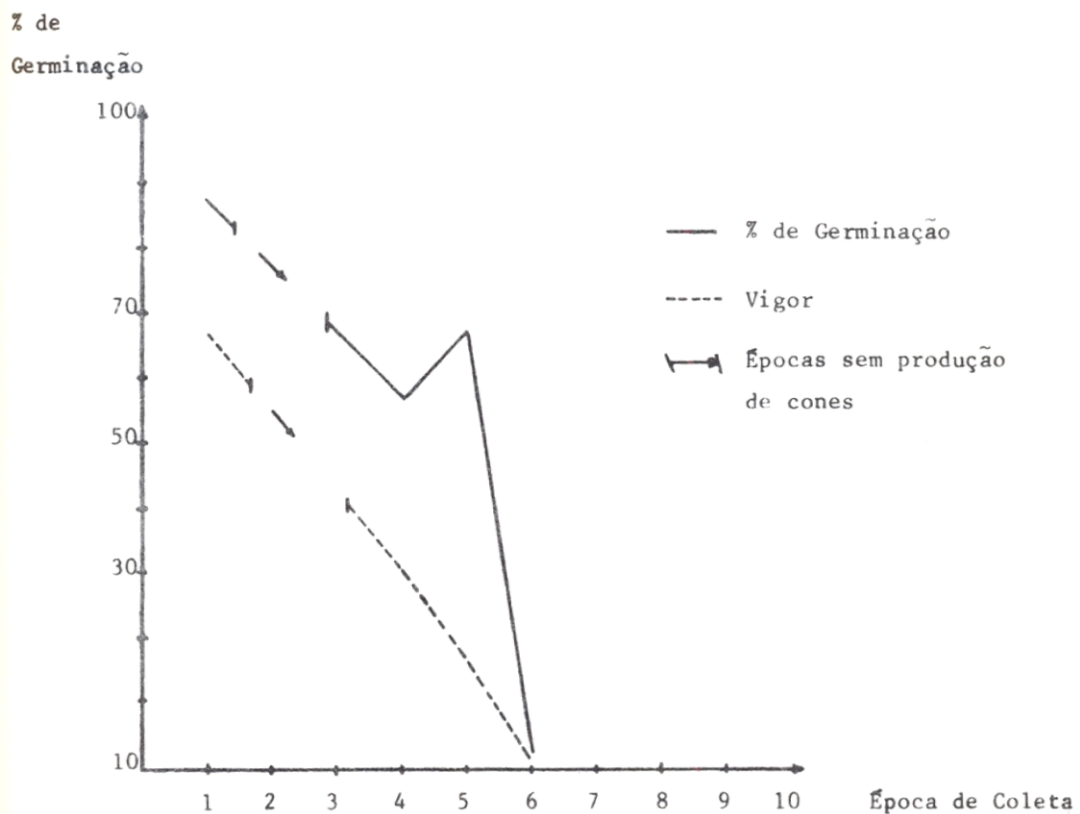


GRÁFICO 4 – % de germinação de *Pinus oocarpa* antes e depois do Envelhecimento Precoce para o estágio intermediário, em diferentes épocas de coleta.

O período pelo qual a semente permanece no campo, submetida às condições ambientais, corresponderia a um armazenamento não ideal. A velocidade de deterioração depende das condições ambientais durante a permanência no campo (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

Na época 5, as sementes poderiam ter permanecido armazenadas no campo, após terem atingido a maturação fisiológica. A partir desse ponto é mais nítida a queda do vigor em relação a percentagem de germinação (Gráfico 4).

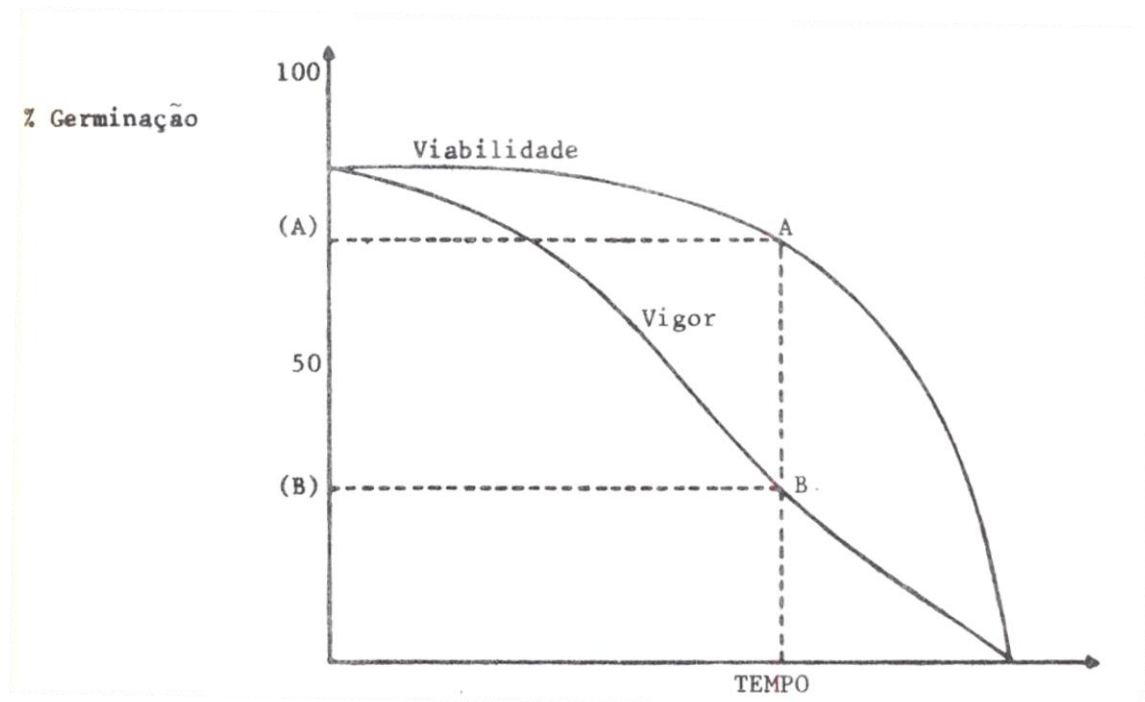


GRÁFICO 5 – Perdas de viabilidade e vigor das sementes com o decorrer do tempo (DELOUCHE e CALDWELL, 1960).

No gráfico 5 ilustram-se as perdas de viabilidade, expressa em porcentagem de germinação, e vigor das sementes com o decorrer do tempo, comprovando-se que a queda do vigor é mais brusca do que a observada no teste de germinação (A e B).

Os pontos de máxima germinação para o estágio maduro foram as épocas 8, 9 e 10, seguidas das épocas 2 e 3, que não diferiram entre si.

A drástica redução na porcentagem de germinação das sementes da época 7 foi devida a uma alta porcentagem de sementes chochas (Gráfico 6).

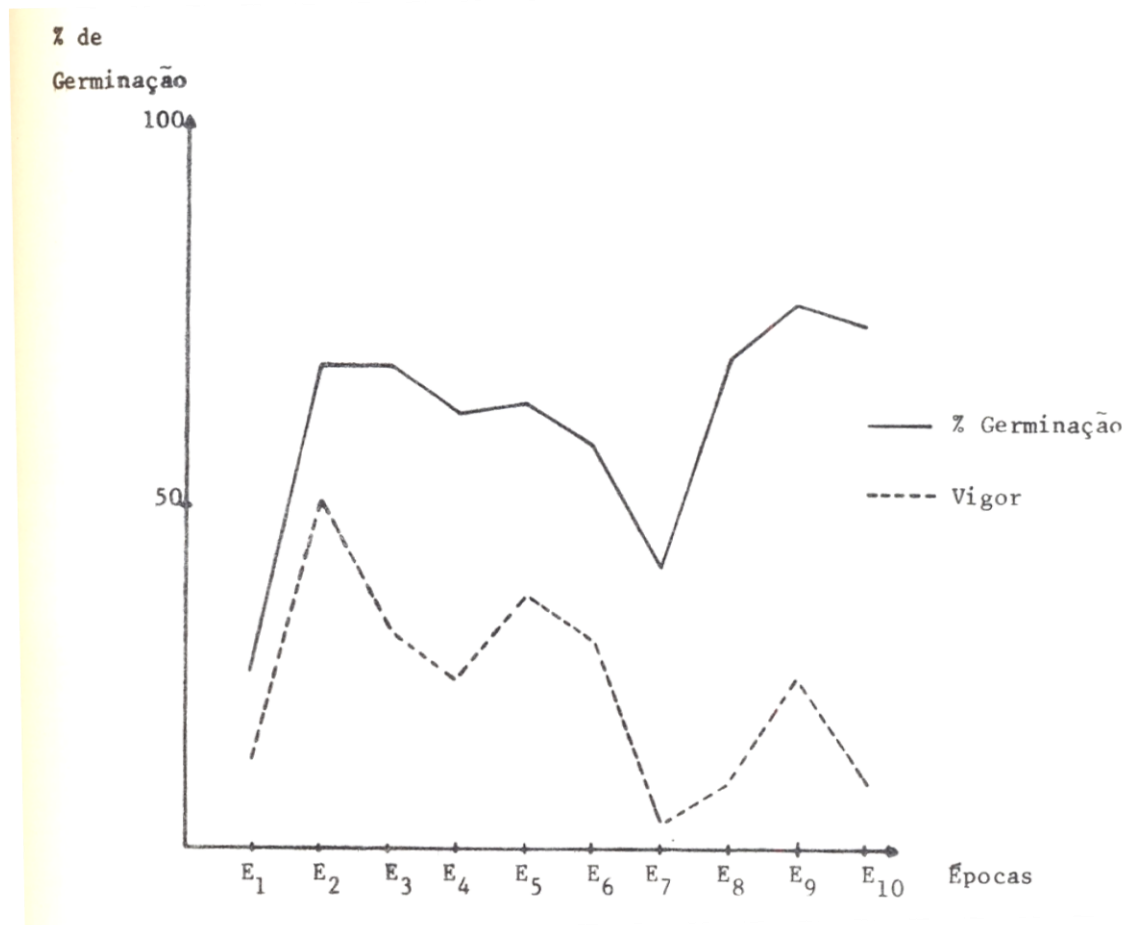


GRÁFICO 6 – % de germinação de *Pinus oocarpa* antes e depois do Envelhecimento Precoce para o estágio maduro, em diferentes épocas de coleta.

Embora o teste de germinação não tenha detectado diferenças na qualidade das sementes das épocas 2 e 3, o teste de vigor evidenciou essa diferença, demonstrando uma tendência de redução do vigor até a época 4. Analisando-se os resultados do Teste de Envelhecimento, verificou-se que um maior vigor ocorreu na época 2 (Gráfico 6).

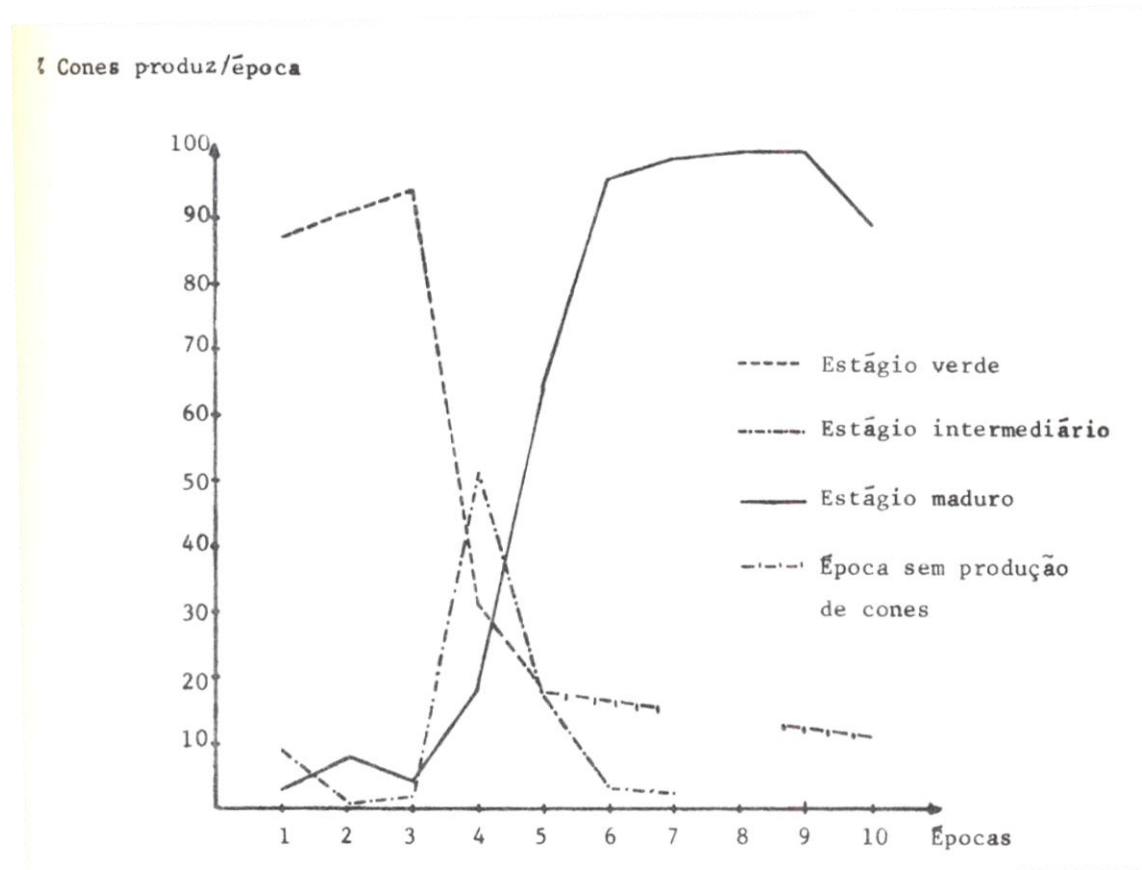


GRÁFICO 7 – Percentagem de cones de *Pinus oocarpa* produzidos por época de coleta.

Considerando-se o Gráfico 7, de produção de cones, para os estágios maduro e intermediário, nas épocas 1, 2 e 3 houve uma baixa percentagem de cones, podendo não ser esta uma amostragem representativa para obter-se conclusões à respeito da população. Esses cones poderiam ser também os denominados temporões, produzidos fora de época, em pequena quantidade, mas com alta percentagem de germinação (Época 2 e 3).

Observa-se, ainda, no Gráfico 6 a ocorrência de três pontos de maior vigor (épocas 2, 5 e 9) ordenados em níveis decrescentes. Na época 9, as sementes testadas apresentaram uma alta percentagem de germinação e um baixo vigor, demonstrando a superestimação da qualidade da semente pelo teste de germinação.

De uma forma geral, há uma tendência de redução do vigor com o aumento do período de armazenamento no campo.

A determinação do ponto de maturação fisiológica da semente pode ser estudada pelos dados do teste de germinação apresentados no Gráfico 8. Considerando-se o que foi anteriormente discutido à respeito das épocas 1, 2 e 3, as altas percentagens de germinação obtidas a partir da época 3 e que decrescem após a época 5, indicam que o ponto de maturação fisiológica da semente poderia ter ocorrido entre elas, independente do estágio de maturação visual dos cones.

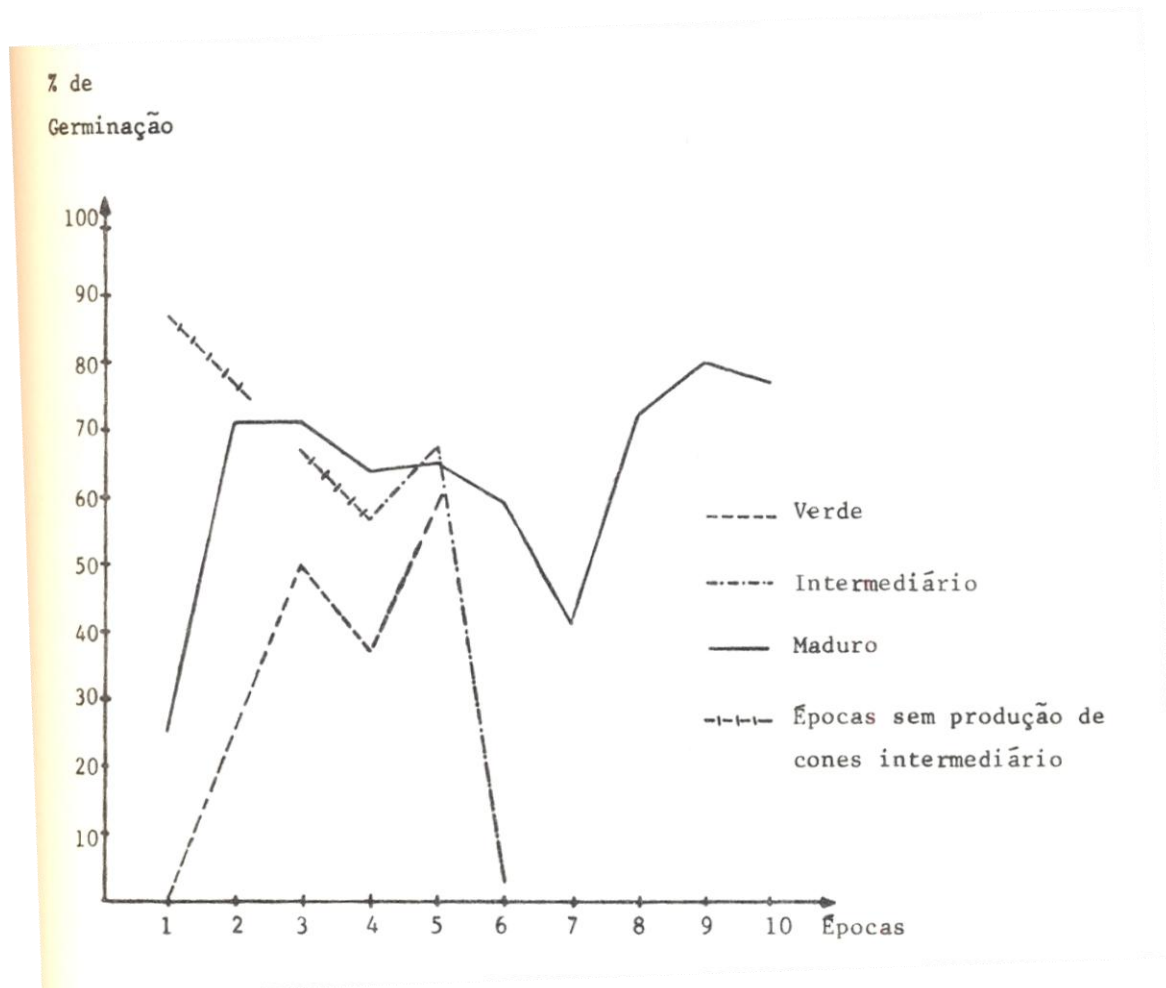


GRÁFICO 8 – Percentagem de germinação das sementes de *Pinus oocarpa* antes do Envelhecimento Precoce.

O baixo vigor apresentado nas épocas 8, 9 e 10 (Gráfico 9), para o estágio maduro, justifica o fato de terem sido excluídas, apesar de apresentarem uma alta percentagem de germinação (Gráfico 8).

Embora, na época 2, as sementes tenham atingido o máximo vigor, em termos de coleta, essa não poderia ser considerada devido a produção de cones temporões (Gráfico 9).



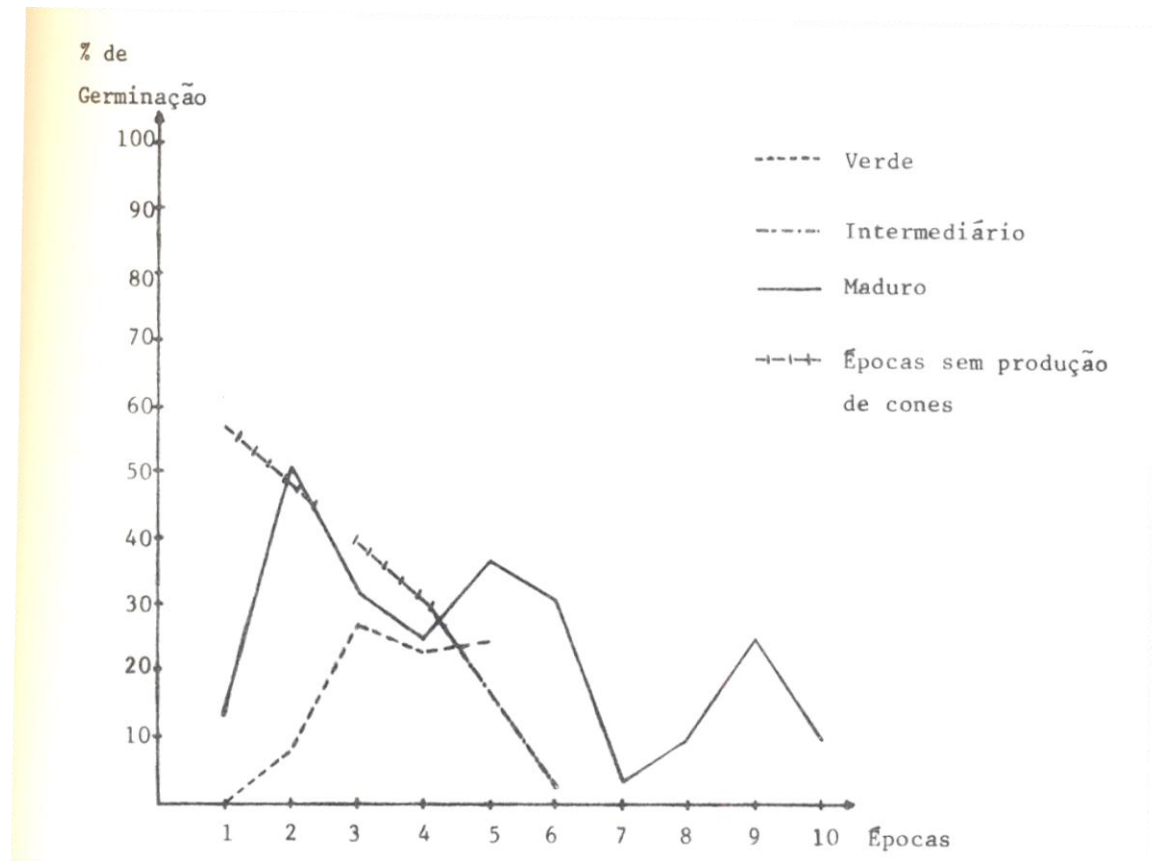


GRÁFICO 9 – Vigor das sementes de *Pinus oocarpa*, expresso em percentagem de germinação, após o Envelhecimento Precoce.

Os cones temporões do estágio intermediário alcançaram maior vigor na época 1 (Gráfico 4). Excluindo-se as sementes extraídas desses temporões, o ponto de maturação fisiológica das sementes, provavelmente, ocorreu entre as épocas 4 e 5 e a máxima produção de cones se deu na época 4 (Gráfico 7).

No estágio verde, as épocas 3, 4 e 5 foram as de maior vigor (Gráfico 3). Em termos de produção de cones, as épocas 1, 2 e 3 foram as que mais se destacaram (Gráfico 7). No entanto, conforme demonstra o Gráfico 9, as sementes das épocas 1 e 2 apresentaram um baixo vigor. Na época 3 há então uma associação entre alta produção de cones verdes e alto vigor das sementes.

## 6. CONCLUSÃO

O teste de Envelhecimento Precoce comprovou a superestimação da qualidade da semente dada pelo teste de germinação.

A metodologia utilizada para a padronização do teste de envelhecimento evidenciou claramente o período de 24 horas como sendo o mais prático e eficiente para diferenciar o vigor entre os lotes de sementes.

As sementes de *Pinus elliotti* colhidas no ano de 1979 foram mais resistentes ao prolongamento do período de exposição na estufa de envelhecimento, demonstrando que o grau de deterioração era inferior ao das sementes do ano de 1976.

As diferenças de vigor entre lotes com idades e períodos de armazenamento distintos foram detectadas pelo teste Envelhecimento Precoce.

Independente do estágio de maturação visual dos cones, as sementes de *Pinus oocarpa* atingiram a máxima qualidade fisiológica entre as épocas de 3 à 5 (Março à Maio de 1979). Portanto, o teste de Envelhecimento Precoce provou que o índice de maturação visual, baseado nas alterações de coloração dos cones não foi eficiente como indicador do vigor e do estágio maturação das sementes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

BARNETT, J. P., 1979. Maturation of trees seeds. Proceedings flowering and seed development in tress: A symposium. Mississippi State University. 206-17.

BONNER, F. T., 1975. Maturation of Black cherry fruits in central Mississipi. U. S. For. Serv. Res. Note 50-205, 4 p.

BONNER, F. T., 1976. Maturation and collection of yellow-poplar seeds in the midsouth. U. S. For. Serv. Res. Pap. 50-221, 8 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, 1976. Escritório de Produção Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, D. F. 188 p.

CAMARGO, C. P. e C. VECHI, 1973. Vigor, presente no futuro? IV Seminário Brasileiro de sementes. Fortaleza, Ceará, 19 p.

CARVALHO, N. M. e J. NAKAGAWA, 1980. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Fundação Cargill, Campinas. 326 p.

CASAGRANDE, A. A., 1970. Vigor das sementes (das plântulas). Seminário. ESALQ/USP. Piracicaba, São Paulo. 16 p.

DELOUCHE, J. C. e C. C. BASKIN, 1970. Vigor determines performance of cotton seed. Cotton international, Willoughby, nº 27. 66-70.

DELOUCHE, J. C. e W. P. CALDWELL, 1960. Seed vigor and vigor tests. Proceedings of the association of official seed analysts. 50: 124-29.

EDWARDS, D. G. W., 1979. Maturity and seed quality, a state of the art review. Proceedings flowering and seed development in trees: A symposium. Mississippi State University. 233-63.

FAGUNDES, S. R. F., 1974. Como predizer a qualidade de um lote de sementes. Semente. Brasília, D. F. 6:14-18.

GODOY, R., 1975. Testes de vigor em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba – ESALQ/USP. Tese de Mestrado. 125 p.

HARRINGTON, J. F., 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T. T., ed. Seed ecology. Academic Press, New York, Vol. III: 145-245.

HEYDECKER, W., 1972. Vigour. IN: Roberts, E. H., Viability of Seeds. New York, Syracuse University. 209-52.

ISELY, D., 1957. Vigor tests. Proc. Assoc. Off-Seed Anal. 47:176-182.

KRUGMAN, S. L.; W. I. STEIN e D. M. SCHMITT, 1974. Seeds of Woody plants in the United States. USDA For. Serv., Agriculture Handbook nº 450. 883 p.

MARQUEZ, F. C. M., 1978. Vigor de Sementes. Piracicaba, ESALQ/USP. (mimeografado). 31 p.

PERRY, D. A., 1972. Seed vigor and field establishment. Horticultural Abstract. 42 (1): 334-42.

POLLOCK, B. M. e E. E. ROOS, 1972. Seed and Seedling vigor. IN: Kozlowski, T. T., ed. Seed Biology. Academic Press, New York, Vol. 1: 313-387.

POPINIGIS, F., 1977. Fisiologia da semente. Ministério da Agricultura, AGIPLAN. Brasília, D. F., 289 p.

SHEARER, R. C., 1977. Maturation of western larch cones and seeds. USDA For. Serv. Res. Intermountain For. Exp. Station – Int. 189. 15 p.

TOLEDO, F. F. e J. MARCOS FILHO, 1977. Manual das sementes: tecnologia da produção. São Paulo, Ed. Agron. Ceres. 224 p.

WANG, B. S. P., 1977. Procurement, handling and storage of tree seed for genetic research. World consultation on tree breeding, 3 Canberra, 1977.

WOODSTOCK, L. V., 1965. Seed vigor. Seed world. 27 (5):6.

## 8. RELAÇÃO DE ABREVIATURAS UTILIZADAS NO TEXTO

E. E. – Estufa de Envelhecimento.

% G – Percentagem de Germinação.

T. E. – Teste de Envelhecimento.

T. G. – Teste de Germinação.

# SECAGEM ACELERADA DA MADEIRA DE PINHEIROS TROPICAIS EM ESTUFAS INDUSTRIAIS

## I. APRESENTAÇÃO

Dentro do Projeto de Pinheiros Tropicais o Sub-projeto nº 11 tem por objetivos:

- a) Elaborar programas acelerados de secagem para madeira de pinheiros tropicais;
- b) Confrontar os resultados obtidos através das secagens aceleradas, tradicional e ao ar, em termos de tempo dispendido e qualidade da madeira após a secagem.

Com esse intuito foi efetuado um estudo que procurou abranger todas as variáveis envolvidas, permitindo um melhor planejamento da pesquisa a ser feita futuramente. Esse trabalho e seus resultados são apresentados a seguir.

## II. EFEITO DO APARELHAMENTO E DO TRATAMENTO PRESERVATIVO SUPERFICIAIS NA SECAGEM DA MADEIRA DE *PINUS SPP*

Ivaldo Pontes Jankowsky\*

### 1. INTRODUÇÃO

De um modo geral os programas indicados na literatura (RASMUSSEN, 1961; HILDEBRAND, 1970; PRATT, 1974) para a secagem artificial da madeira são bastante conservadores. Embora a utilização desses programas confira a certeza de que a madeira seca apresentara uma quantidade mínima de defeitos, na maioria das vezes pode-se obter a mesma qualidade com um período de tempo menor, conforme afirmam CECH & PFAFF (1975).

As técnicas que tem sido mais estudadas visando diminuir o tempo dispendido durante a secagem são a utilização de altas temperaturas (acima de 100° C), a secagem automática programada, a eliminação das camadas superficiais das peças de madeira, e a aceleração dos programas tradicionais.

Uma revisão sobre a secagem de folhosas à altas temperaturas é apresentada por WENGERT (1972), que conclui serem o colapso, as rachaduras de topo e em favos, e a descoloração da madeira, os principais defeitos decorrentes da técnica utilizada. O autor ressalta ainda que esse método requer um maior investimento inicial em equipamentos e que os custos de manutenção são elevados.

TOMASELLI (1977) comprovou que a secagem de *P. radiata*, utilizando temperaturas de 140°C e 180°C reduziu em até 90% o tempo gasto durante uma secagem tradicional, sendo que as propriedades mecânicas mais afetadas foram o trabalho até carga máxima em flexão estática e o cisalhamento radial. O autor acredita que esse efeito negativo está relacionado com a presença de rachaduras internas.

---

\* Engenheiro Florestal, Ms, Docente Voluntário do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP.

A automatização nos controles do secador foi estudada por WENGERT & BALTES (1971). Comprovou-se uma diminuição de 7% no tempo dispendido, devida unicamente à utilização de controles automáticos. Essa automatização equivale a ter um operador experiente trabalhando 24 horas por dia em uma única estufa.

Segundo WENGERT & BALTES (1971), e SIMPSON & BALTES (1972), a eliminação das camadas superficiais das peças (ou seja, o aparelhamento superficial) reduz de 7% a 10% do tempo, quando comparada com madeira não aparelhada. Contudo, WENGERT & BALTES (1971), afirmam que a redução no tempo deve-se principalmente à diminuição na espessura das peças e não à mudanças nas características da superfície.

O principal benefício do aparelhamento, de acordo com a revisão apresentada por MC MILLEN (1969), é a eliminação das rachaduras superficiais. A madeira não aparelhada pode apresentar de 2 a 84 vezes mais rachaduras do que a madeira aparelhada.

A aceleração dos programas tradicionais baseando-se nas tensões desenvolvidas na madeira durante a secagem é um método que vem sendo estudado exaustivamente nas últimas décadas. MC MILLEN (1955a, 1955b, 1963, 1969), desenvolveu a metodologia para medir e avaliar as tensões, utilizando com sucesso os resultados na alteração de programas tradicionais. RIETZ (1970), faz um histórico da evolução do método, preconizando uma técnica que pode ser utilizada em secadores comuns. GALVÃO (1976), baseando-se nas informações existentes, elaborou um programa acelerado para madeira de jatobá que resultou em uma secagem 42% mais rápida do que a tradicional.

Os estudos sobre a avaliação das tensões foram desenvolvidos quase que exclusivamente com madeira de folhosas, principalmente *Quercus rubra*. Em relação às coníferas existem poucas informações na literatura.

Apenas, citado por MC MILLEN (1963), informa que as coníferas, notadamente a espécie *Pseudotsuga menziesii*, não desenvolvem um padrão de tensões similar ao das folhosas. MC MILLEN (1968), trabalhando com *Pinus ponderosa*, verificou que a madeira do cerne tinha comportamento semelhante à madeira de *Quercus sp.* O autor ressalta, porém, que o padrão de tensões do alburno é bastante complexo, diferindo completamente do padrão característico das folhosas.

Outro aspecto importante que deve ser abordado quando se processa madeira de coníferas é a prevenção quanto ao aparecimento de manchas, tanto as causadas por fungos como as que surgem durante o processo de secagem, devido às reações que ocorrem com os extrativos presentes na madeira.

Os tratamentos com substâncias químicas para evitar a alteração na cor da madeira tem sido estudados por diversos autores, entre eles BALOGH et alii (1964), e HULME (1975); porém não existe referências quanto ao efeito do tratamento preservador sobre o tempo dispendido na posterior secagem da madeira.

Visando fornecer subsídios para a elaboração de programas acelerados de secagem, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do aparelhamento e do tratamento preservativo superficiais no tempo dispendido para a secagem da madeira de *Pinus spp.*

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento foi secada madeira comercial de *Pinus*, cedida pela Freudenberg Indústrias Madeireiras S/A, sediada em Agudos, SP. Essa madeira, normalmente comercializada pela empresa, é originária de diversas espécies, principalmente *Pinus kesyia*, *P. oocarpa*, *P. caribaea var. caribaea* e *P. caribaea var. hondurensis*.

Para efetuar a secagem foi utilizado um secador Hildebrand, de laboratório, com capacidade de 0,1 m<sup>3</sup> e controle automático modelo HD 4004V. O secador pode ser visualizado na Figura 1.

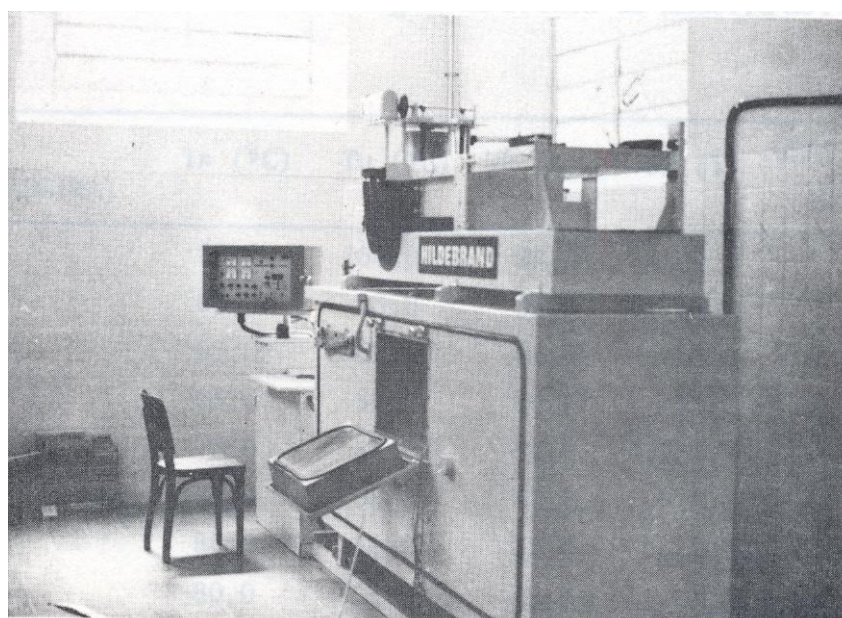


FIGURA 1 – Secador Hildebrand, utilizado na pesquisa.

Foi efetuada a secagem de 5 cargas, sendo 4 em estufa e 1 ao ar. A velocidade de circulação do ar na estufa era de aproximadamente 4 m/s.

Cada carga era constituída de 27 peças, dispostas em 9 camadas, com dimensões individuais de 2,5 cm x 10 cm x 50 cm. Os tabiques tinham 1,3 cm de espessura e 2,0 cm de largura. Em função do comprimento reduzido das peças, as mesmas tiveram suas extremidades revestidas com Aquasfalt, da Prema, visando evitar uma acentuada perda de água no sentido longitudinal da madeira.

O acompanhamento da secagem em estufa foi efetuado avaliando-se a perda total de peso da carga e através de determinadores elétricos de umidade conectados nas 4 amostras de controle. A secagem ao ar foi acompanhada através de pesagens das 4 amostras de controle, de acordo com as recomendações de RASMUSSEN (1961).

O Quadro 1 apresenta o programa adotado para a secagem em estufa. Esse programa foi elaborado com base nos resultados obtidos por JANKOWSKY (1979), com condições de secagem ligeiramente mais drásticas do que o programa recomendado por PRATT (1974).

QUADRO 1 – Programa utilizado na secagem em estufa de madeira de *Pinus spp*

ETAPA (UMIDADE DA MADEIRA)	Ts (°C)	Tu (°C)	UR (%)	UE (%)	GRADIENTE DE SECAGEM
Aquecimento	65,0	64,0	95,0	20,0	-
Acima de 60%	65,0	63,0	91,0	18,0	> 3,0
50%	65,0	62,5	88,0	16,0	3,1
40%	65,0	59,0	74,0	11,3	3,5
30%	70,0	58,0	55,0	7,5	4,0
25%	75,0	58,0	43,0	5,6	4,5
20%	80,0	56,0	32,0	4,0	5,0
15%	80,0	51,0	23,0	3,0	5,0
Uniformização	80,0	75,0	78,0	11,0	-
Condicionamento	80,0	78,0	92,0	16,0	-

A uniformização, o condicionamento, e os testes para verificar a existência de tensões foram efetuados com base nas recomendações de RASMUSSEN (1961). Resultados obtidos em testes preliminares permitiram estabelecer a duração do condicionamento em 2 horas.

Todas as peças foram examinadas quanto à ocorrência de defeitos durante e após a secagem, sendo que findo o condicionamento, foram retirados corpos de prova das amostras de controle para os testes de tensão.

Os diferentes tratamentos que foram aplicados às cargas (aparelhamento superficial e pincelamento com pentaclorofenato de sódio) constam no Quadro 2. O tratamento V (secagem de acordo com um programa tradicional, indicado por PRATT, 1974) foi incluída para permitir uma comparação do tempo gasto na secagem.

QUADRO 2 – Tratamentos aplicados a madeira de *Pinus spp* submetida à secagem em estufa e ao ar.

CARGA Nº	TRATAMENTO EFETUADO	CONDIÇÕES DA SECAGEM
I	Madeira serrada, preservada por pincelamento com solução de pentaclorofenato de sódio à 5% de concentração	Em estufa
II	Madeira aparelhada superficialmente, sem preservação	Em estufa
III	Madeira aparelhada superficialmente, preservada por pincelamento com solução de pentaclorofenato de sódio à 5% de concentração	Em estufa
IV	Madeira serrada, preservada por pincelamento com solução de pentaclorofenato de sódio à 5% de concentração	Ao ar
V	Madeira serrada, preservada por pincelamento com solução de pentaclorofenato de sódio à 5% de concentração	Em estufa (Programa Tradicional)

Durante o processo de secagem procurou-se avaliar o desenvolvimento das tensões internas e determinar o padrão característico, utilizando-se a metodologia preconizada por MC MILLEN (1955 a, 1963).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A representação gráfica das condições de secagem das cargas I, II, III, IV e V constam das Figuras 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente.



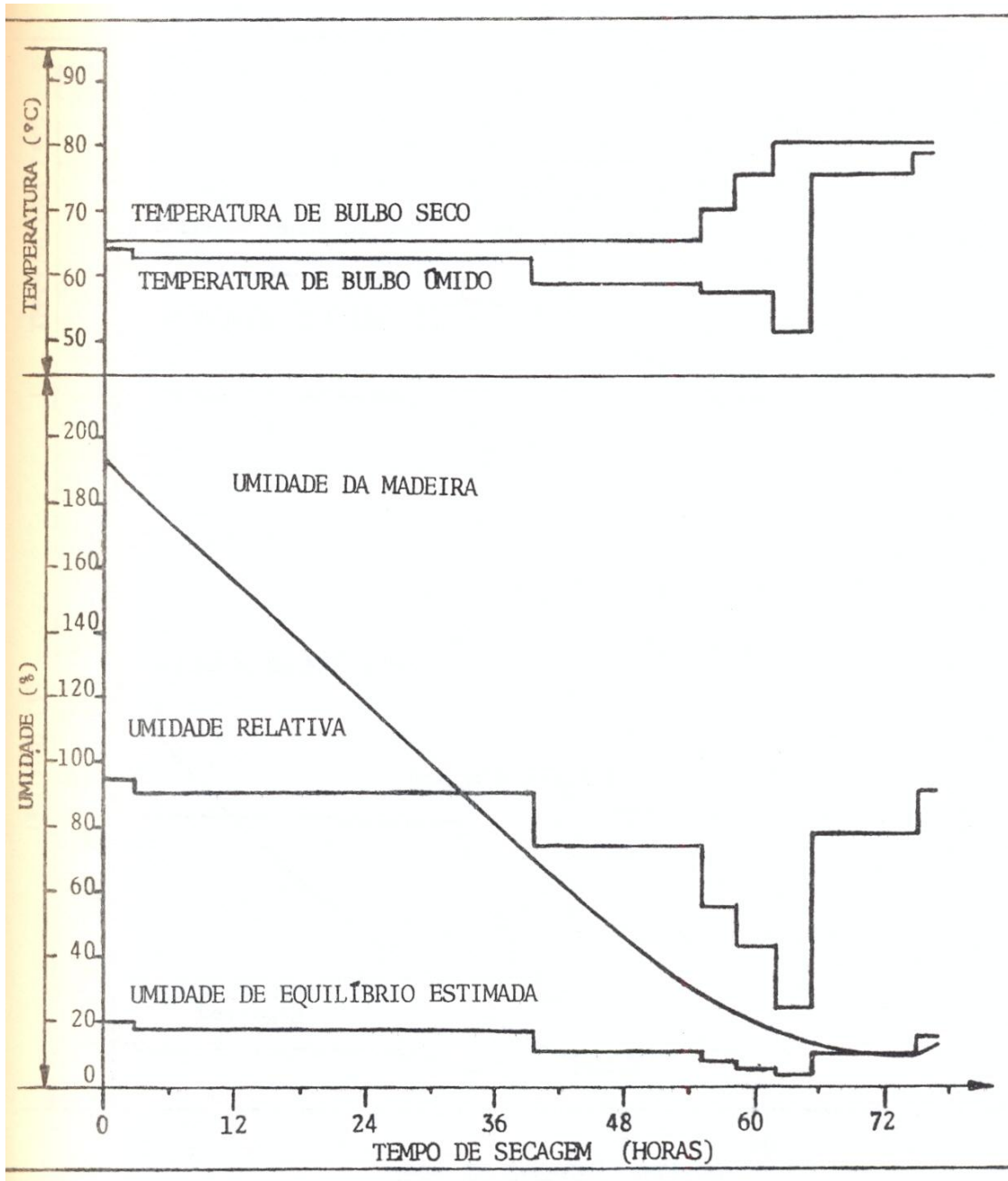


FIGURA 2 – Representação gráfica das condições de temperatura, umidade relativa, umidade da madeira, e umidade de equilíbrio estimada durante a secagem da carga I (madeira serrada e preservada).  
(Colocar Gráfico)

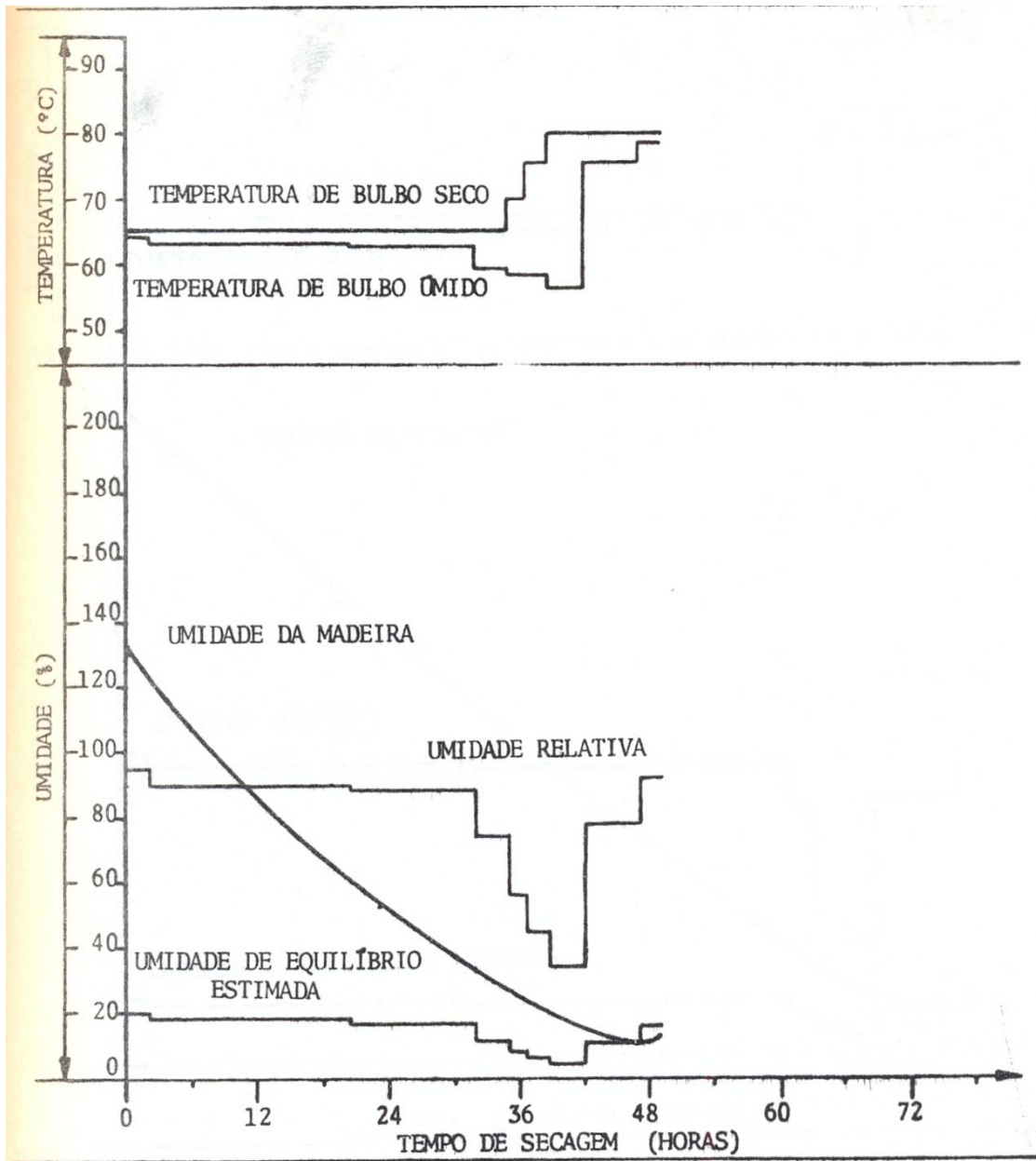


FIGURA 3 – Representação gráfica das condições de temperatura, umidade relativa, umidade da madeira, e umidade de equilíbrio estimada durante a secagem da carga II (madeira aparelhada e não preservada).  
(Colocar Gráfico)

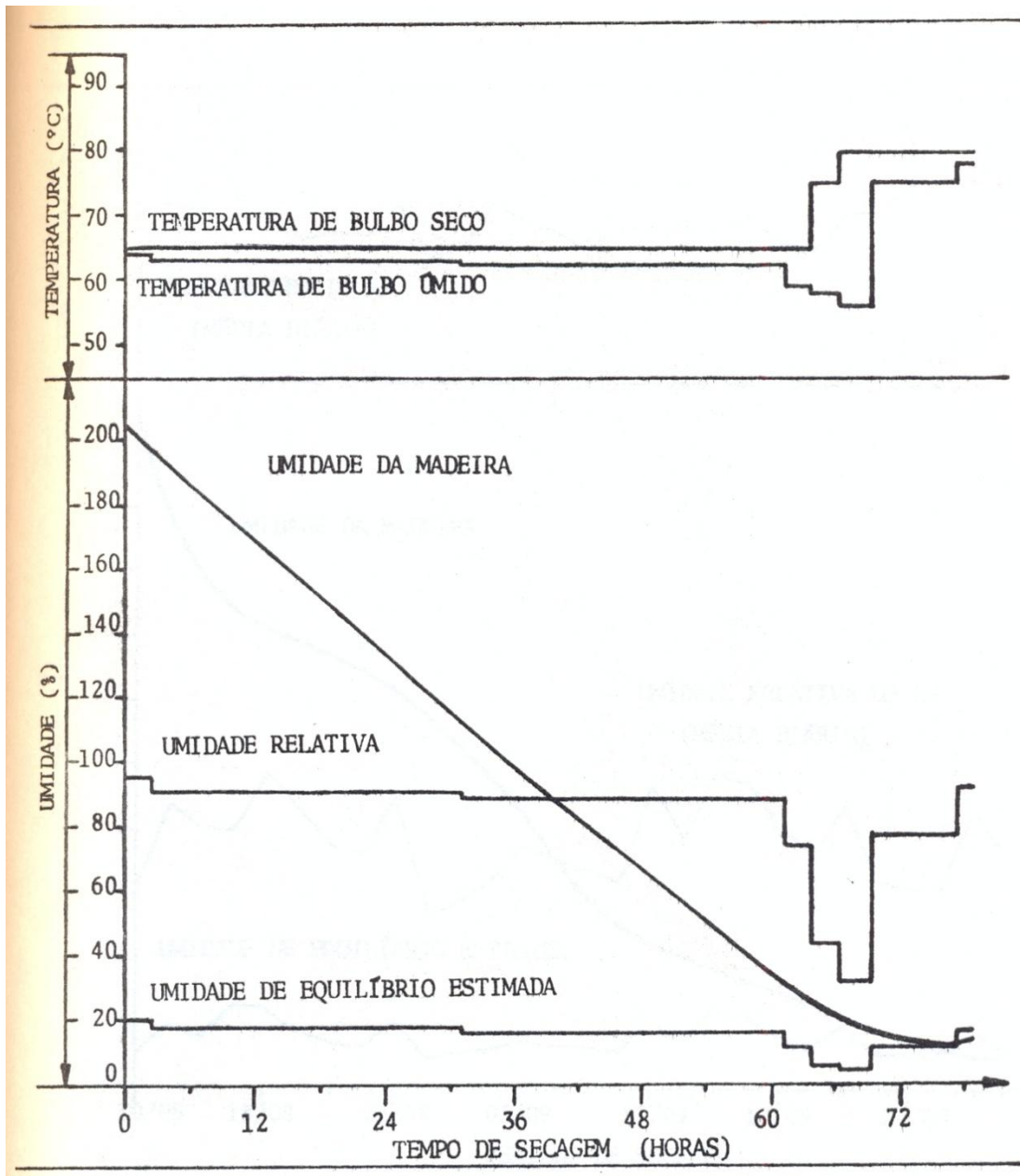


FIGURA 4 – Representação gráfica das condições de temperatura, umidade relativa, umidade da madeira, e umidade de equilíbrio estimada durante a secagem da carga III (madeira aparelhada e preservada).  
(Colocar Gráfico)

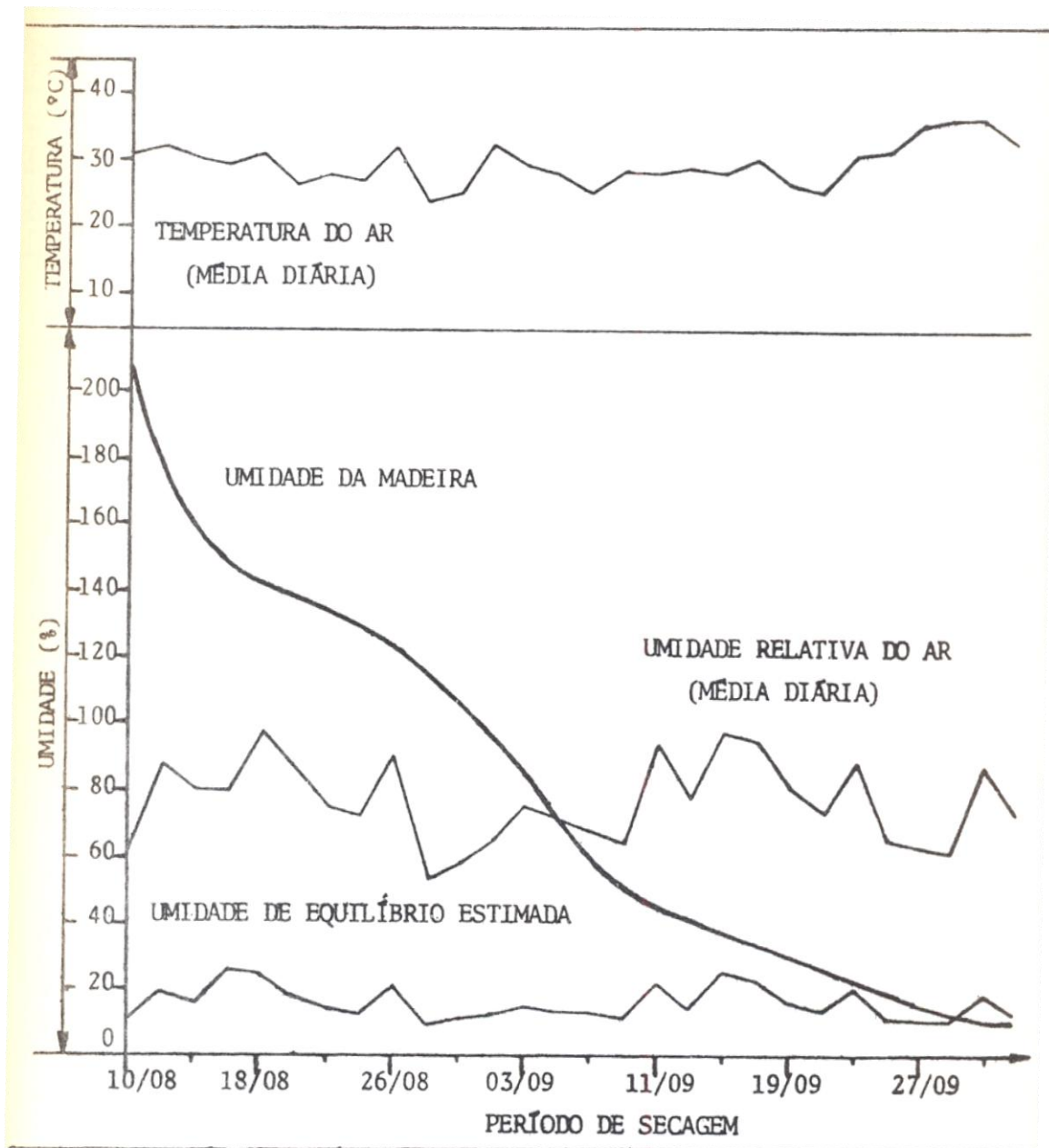


FIGURA 5 – Representação gráfica das condições de temperatura, umidade relativa, umidade da madeira, e umidade de equilíbrio estimada durante a secagem ao ar da carga IV (madeira serrada e preservada).  
(Colocar Gráfico)

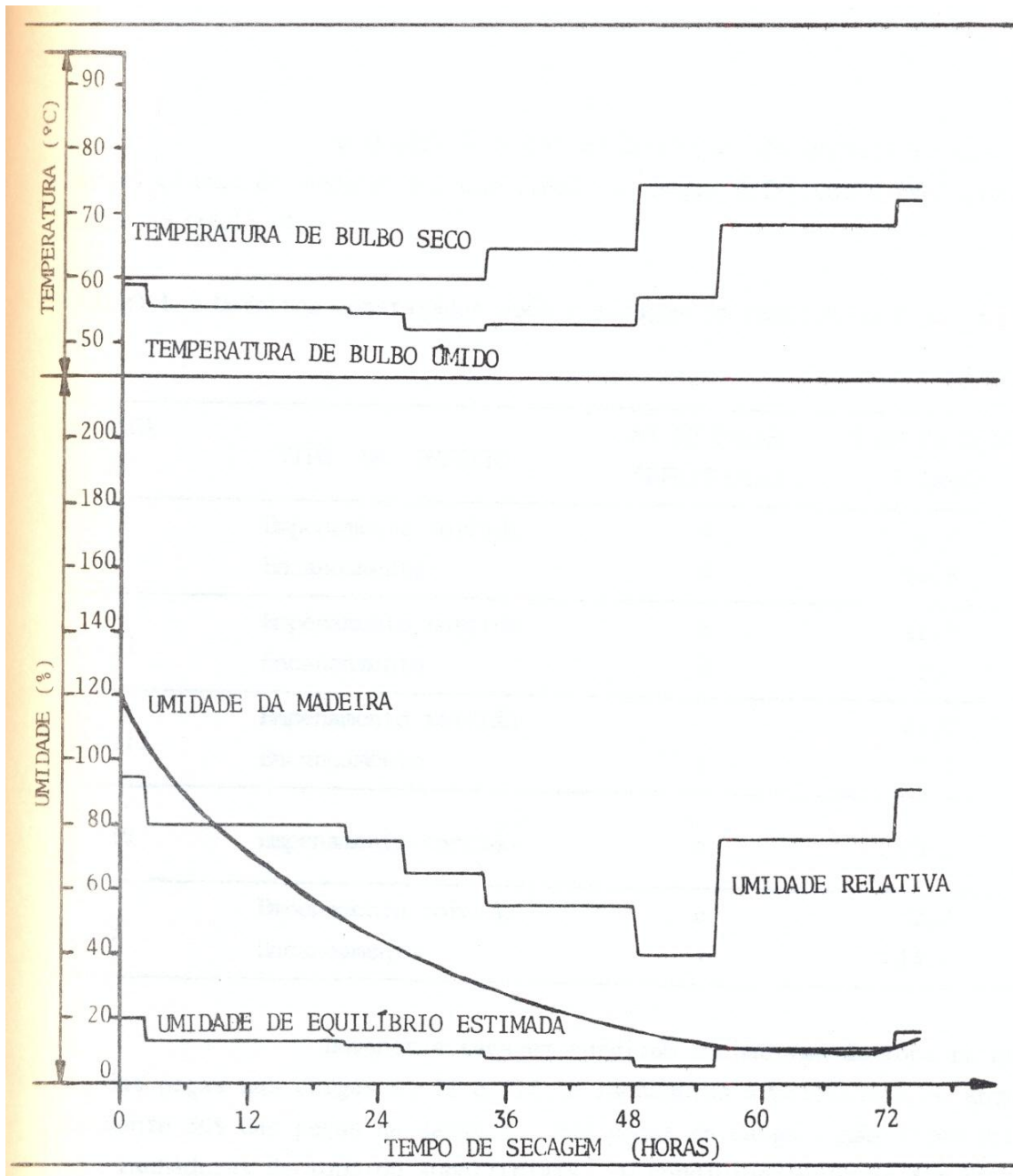


FIGURA 6 – Representação gráfica das condições de temperatura, umidade relativa, umidade da madeira e umidade de equilíbrio estimada durante a secagem da carga V (Madeira serrada e preservada, sob programa tradicional).

O Quadro 3 resume as condições de umidade inicial e da velocidade de secagem, e a quantidade de peças defeituosas são apresentados no Quadro 4.

QUADRO 4 – Defeitos constatados após a secagem da madeira de *Pinus spp.*

CARGA Nº	TIPO DE DEFEITO	Nº DE PEÇAS DEFEITUOSAS	% EM RELAÇÃO À CARGA
I	Empenamento torcido	4	14,8
	Encanoamento	4	14,8
II	Empenamento torcido	6	22,2
	Encanoamento	2	7,4
III	Empenamento torcido	7	25,9
	Encanoamento	1	3,7
IV	Empenamento torcido	6	22,2
V	Empenamento torcido	6	22,2
	Encanoamento	4	14,8

Durante a secagem surgiram rachaduras de topo na maioria das peças nas cargas I, II e III; e rachaduras superficiais em aproximadamente 30% das peças na carga I. Nas peças da carga V não foram visíveis rachaduras de topo ou superficiais. O condicionamento no fim da secagem fez com que as rachaduras desaparecessem, e também aliviou as tensões de secagem, sendo que os testes efetuados na madeira seca não acusaram a existência de tensões.

Da observação do Quadro 4 pode-se verificar que a quantidade de defeitos ocorridos foi maior na secagem segundo o programa tradicional (37,0%), decrescendo para as três secagens drásticas (29,6%) e para a secagem ao ar (22,2%). Deve-se levar em consideração, porém, que o tipo de defeito verificado está mais correlacionado às irregularidades da grã e à ausência de uma pressão na parte superior da carga do que às condições de secagem propriamente ditas, fato que também foi observado por GALVÃO (1976).

QUADRO 3 – 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).

Em equipamentos industriais, é comum a aplicação de pesos ou barras de ferro tradicionalizadas por molas para reduzir os empenamentos, que geralmente ocorrem nas camadas superiores da carga. Para evitar esse inconveniente, WENGERT (1972), colocou peças de ferro sobre a parte superior da carga para obter pressões de aproximadamente 49,0 km/m<sup>2</sup>.

Analisando-se o comportamento, dentro da secagem drástica, da madeira serrada e da madeira aparelhada verifica-se que a porcentagem de defeitos (Quadro 4) e a velocidade média de secagem (Quadro 3) foram praticamente iguais. A diferença entre os dois tratamentos foi a não ocorrência de rachaduras superficiais na madeira aparelhada. Esses resultados corroboram as afirmações de MC MILLEN (1969), e levam a conclusão de que a melhor contribuição do aparelhamento superficial está na eliminação das rachaduras superficiais.

Do mesmo modo constata-se que não houve diferença de comportamento entre a madeira tratada e a não tratada, tanto em relação aos defeitos como em relação à velocidade de secagem. Isso indica que o tratamento preservativo não afeta o processo de secagem, embora seja recomendável repetir o experimento para comprovar definitivamente essa indicação.

Analisando-se mais detalhadamente o Quadro 3 nota-se que, apesar da velocidade média de secagem ser praticamente igual para as três cargas secas, seguindo o programa drástico, a madeira aparelhada e preservada secou mais vagarosamente até atingir a umidade de saturação ao ar, etapa correspondente à retirada da água livre, invertendo-se o comportamento durante a retirada da água higroscópica. Contudo não pode-se atribuir essa diferença no comportamento unicamente ao aparelhamento superficial e ou ao tratamento preservativo, pois a heterogeneidade da carga também pode ser contribuído para tal. Provavelmente trabalhando-se com cargas homogêneas e aumentando-se o número de repetições por tratamento essa diferença não será evidenciada.

Ainda no Quadro 3 verifica-se que a velocidade média de secagem do programa drástico foi 1,4 vezes maior do que a velocidade do programa tradicional, e 17 vezes superior à secagem ao ar. Deve-se salientar que a diferença maior entre as velocidades

de secagem dos programas drástico e tradicional foi durante a retirada da água higroscópica, em que a velocidade do programa tradicional foi 2,4 vezes maior. Considerando-se a secagem completa, o programa drástico reduziu em 35% o tempo gasto com o programa tradicional, assumindo-se que a umidade inicial estaria em torno de 120%. Uma vez que a velocidade de remoção da água livre foi apenas 10% mais rápida segundo o programa drástico, quanto maior for a umidade inicial da madeira, menor será a redução no tempo gasto. Considerando-se uma carga com umidade inicial de 180%, a economia de tempo seria de 16,0% caso fosse adotado o programa drástico.

Considerando-se que os defeitos ocasionados pelo programa drástico e que não poderia ser evitados durante uma secagem industrial são as rachaduras, esse programa pode ser utilizado para madeira com 2,5 cm de espessura desde que o produto final não exija rigorosamente isenta de defeitos.

Esses resultados mostram a possibilidade de sucesso na elaboração de programas acelerados. Para tanto é necessário apenas que se determine o padrão característico das tensões de secagem em madeira de *Pinus*. Durante o experimento tentou-se determinar esse padrão, porém a precisão do instrumento utilizado para medir as deformações da madeira, seguindo o método descrito por MC MILLEN (1963), não foi suficiente para acusar as tensões, impossibilitando uma análise precisa dos dados.

Outro fato que se deve ressaltar é quanto ao tempo gasto na secagem ao ar. Apesar da secagem ao ar ter demorado cerca de 50 dias, o tempo gasto é relativamente pequeno se comparado com secagem de outras espécies, principalmente folhosas. Isso, aliado ao fato de que os defeitos ocorridos foram apenas empenamentos, permite sugerir a secagem ao ar como uma alternativa para que os que consomem madeira em pequena escala e não dispõem de equipamentos para a secagem artificial.

De acordo com o trabalho publicado por GALVÃO (1975), os meses de Agosto e Setembro, na região de Piracicaba, são os que apresentam condições ambientais que resultam nas menores umidades de equilíbrio da madeira durante o ano. Isso significa que o período é mais indicado para a secagem natural. É necessário, porém, que se estude mais detalhadamente a variação anual da umidade de equilíbrio da madeira de *Pinus*, para orientar melhor as possibilidades da secagem ao ar.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e na discussão dos mesmos, pode-se concluir que:

- 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%.
- b) O programa adotado neste experimento 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 reduz significativamente o tempo de secagem, porém contribui para evitar o aparecimento de rachaduras na superfície da madeira.



Do presente trabalho pode-se ainda tirar as seguintes recomendações:

- a) Que seja estudado mais profundamente o efeito do tratamento preservativo, para confirmar a indicação de que o mesmo não altera a velocidade de secagem.
- b) Que seja estudada com maiores detalhes a variação anual da umidade de equilíbrio da madeira de *Pinus*, pois esses dados permitirão uma orientação precisa sobre a secagem ao ar, que pode vir a ser viável aos que trabalham em pequena escala.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOGH, B. *et alii* – Effect of chemical treatment on seasoning stain of redwood. Forest Products Journal, Madison, 14 (11): 507-10, Nov. 1964.
- CECH, M. Y. & F. PFAFF – Kiln-drying of 1 – inch red oak. Forest Products Journal, Madison, 25 (8): 30-7, Ago. 1975.
- GALVÃO, A. P. M. – Estimativas de umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil. IPEF, Piracicaba, (11): 53-65, 1975.
- GALVÃO, A. P. M. – Secagem Acelerada: Programa para a madeira de jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne). IPEF, Piracicaba, (12): 151-61, 1976.
- HILDEBRAND, R. ed. – Kiln drying of saw timber. Minich, Robert Hildebrand, 1970. 198 p.
- HULME, M. A. – Control of brown stain in eastern white pine with alkaline salts. Forest Products Journal, Madison, 25 (8): 38-41, Ago. 1975.
- JANKOWSKY, I. P. – Secagem Acelerada de madeira de pinheiros tropicais em estufas industriais. Boletim Informativo PPT, Piracicaba, 1(4): 53-60, Fev. 1979.
- MC MILLEN, J. M. – Drying estresses in red oak. Forest Products Journal, Madison, 5 (2): 71-6, Fev. 1955 a.
- MC MILLEN, J. M. – Drying estresses in red oak. Effect of temperature. Forest Products Journal, Madison, 5 (8): 230-241, Ago. 1955 b.
- MC MILLEN, J. M. – Stresses in wood during drying. USDA, Madison, 1963. 52 p. (Report n° 1652).
- MC MILLEN, J. M. – Transverse strains during drying of 2 – inch ponderosa pine. USDA, Madison, 1968. 26 p. (Research paper FPL 83).
- MC MILLEN, J. M. – Accelerated kiln drying of presurfaced 1 – inch northern red oak. USDA, Madison, 1969. 26 p. (Research paper FPL 122).
- PRATT, G. H. – Timber drying manual. Department of Environment, London, 1974. 152 p.

- RASMUSSEN, E. F. – Dry kiln operator's manual. USDA, Madison, 1961. 110 p. (Agricultural Handbook n° 402).
- RIETZ, C. R. – Accelerating the kiln drying of hardwoods. USDA, Madison, 1970. 6 p.
- SIMPSON, W. T. & R. C. BALTES – Accelerating oak air drying by presur facing. USDA, Madison, 1972. 13 p. (Research note FPL – 0223).
- TOMASELLI, I. – The effect of high temperature drying on some physical and mechanical properties of *Pinus radiata*. University of Melbourne, Melbourne, 1977. 283 p. (Ph. D. thesis).
- WENGERT, E. M. – Review of high temperature kiln – drying of hardwoods. USDA, Madison, 1972. 3 p.
- WENGERT, E. M. & R. C. BALTES. – Accelerating oak drying by presurfacing, Accelerated shedules and kiln automation. USDA, Madison, 1971. 10p. (Research not FPL – 0214).